

No. 13

March, 1957

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NAGASAKI, JAPAN

東支那海及び対馬海峡の漁業海洋学

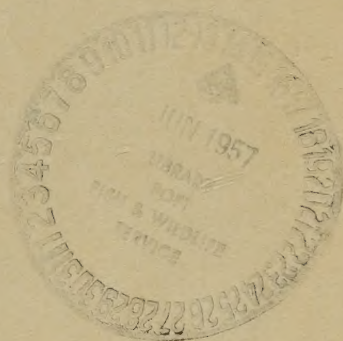
1. 漁場の水理構造とその生態学的特徴

辻 田 時 美

THE FISHERIES OCEANOGRAPHY OF THE EAST CHINA SEA AND
THE TSUSHIMA STRAIT.

1. The Oceanographic Structure and the Ecological Character of the
Fishing Grounds.

by TSUJITA



西海区水産研究所研究報告

第 13 号

昭和 32 年 3 月

水産庁西海区水産研究所

長崎市丸尾町



Digitized by the Internet Archive
in 2025

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NAGASAKI, JAPAN

東支那海及び対馬海峡の漁業海洋学

1. 漁場の水理構造とその生態学的特徴

辻 田 時 美

THE FISHERIES OCEANOGRAPHY OF THE EAST CHINA SEA AND
THE TSUSHIMA STRAIT.

1. The Oceanographic Structure and the Ecological Character of the
Fishing Grounds.

by TSUJITA



西海区水産研究所研究報告

第 13 号

昭和 32 年 3 月

水産庁西海区水産研究所

長崎市丸尾町

東支那海及び対馬海峡の漁業海洋学

1. 漁場の海洋学的構造とその生態学的特徴

(対馬暖流調査 海洋学部内 第1報)

辻 田 時 美

内 容

は し が き	3
§ 1. 対馬暖流域海洋研究史	3
1. 九州西海域及び東海的一般概況	3
2. 対馬暖流に及ぼす東海の影響	15
3. 対馬暖流の分枝	16
4. 対馬海峡と暖流の週期	17
5. 対馬西水道底層冷水塊の消長	18
§ 2. 東海及び対馬海峡方面水産海洋調査について	19
1. 調査の基本方針	19
2. 観測, 調査実施の方法	20
3. 漁況の調査方式	23
§ 3. 水塊分布と漁場の海洋学的構造	28
1. 生態要素の分布からみた漁場の成立条件	28
2. 渦動とサバ, イワシ漁場	30
3. イワシ サバ漁場の二重潮	33
§ 4. 対馬暖流域の現場漁況	35
1. 環境と漁況	35
2. 海洋要素と魚群の移動滞留	36
3. 漁場変動の生態学的一考察	40
文 献	42

東支那海及び対馬海峡の漁業海洋学 ***

1. 漁場の水理構造とその生態学的特徴

辻 田 時 美

THE FISHERIES OCEANOGRAPHY OF THE EAST CHINA SEA
AND THE TSUSHIMA STRAIT.

1. The Oceanographic Structure and the Ecological
Character of the Fishing Grounds.

by

Tokimi TSUJITA

* 西海区水産研究所研究業績 第84号

*** 対馬暖流調査研究 漁況海況関係報告 第1報

Fisheries Oceanography of the East China Sea and the Tsushima Strait.

1. Hydrographic Structure of the Fishing Grounds.

By

Tokimi Tsujita

Abstract. The East China Sea has been scientifically surveyed for about a hundred years since Schrenck's navigation. He is regarded as the first scientist who has reported on the feature of the Tsushima Current. Recently, Japanese oceanographers have mainly observed the East China Sea and the Tsushima Strait as shown in Table 1.

The oceanographic structure especially the relationship between the cold water mass originated from the coastal water of the Yellow Sea and the warm water mass of the Kuroshio Current has been presented by Dr. Uda, M. (1941) and others, and thereafter, the author has added a cascaded core from the case in January, 1955 as exemplified in Figure 4. In the East China Sea, there are two kinds of the front, the one is the coastal front and the other is the offshore front. The sea area between the two fronts is the mackerel fishing grounds which may be the shear zone of the Kuroshio Current in summer. The eddies north-east of the Tsushima Islands which are in the wake of the islands, are confirmed by the author to be a fishing ground in the cases of fishing of the sardine, mackerel and jack mackerel. The hydrographic structure of the Tsushima fishing grounds is known to be formed by a pair of eddies in the wake arising as a result of the northern flow of the Tsushima Current. This sea area in the wake of the Tsushima Islands agrees with the fishing grounds as shown in Figure 9, A-E, based on the sampling survey of the fishing activities. In the East China Sea and the Tsushima Strait, eddies are likely to be the main components of oceanographic structure of the fishing grounds. Although the sardine fishing grounds of the coastal waters of western Japan have been in the onshore part of the coastal fronts, now it is found in the offshore waters outside of the coastal fronts, about 15-20 miles far from the former fishing grounds as shown in Figure 17. This fact is significant for the population problems in ecological point of view.

The values in sharpness of these fronts (horizontal temperature gradients) for the periods 1953-'56 are as in Table 2. These values vary with time and space.

The waters around the Gotō Islands are spawning and nursery grounds of the Japanese sardine, *Sardinia melanosticta*. The sardine makes the habitat segregation in accordance with the growth stage. In winter, the larvae develop in the cold coastal water in shallow depths and the young prefer the summer warm water in the coastal region. As soon as they reach prespawner stage, they migrate into the deeper layers in the offshore waters covering the continental slope and take the warmer and more saline water mass for their habitats during the period from autumn to early spring. The ecological patterns of this habitat segregation are shown in Figures 15-A, 15-B.

は し が き

対馬海峡から東海にかけては、日本の島棚が連続する大陸棚上の海で、その漁業価値も非常に大きい。そして日本のみならず、この海域を取囲む諸国民にとっても、この海の水産的意義は頗る大きいと思われるにもかかわらず、その漁場の海洋学的な研究は最近までおろそかにされ、殆んど日本がこの海域の調査においては独自の努力と発展を示してきた。

(第1表参照) ひるがえって欧米では近年大陸棚の海洋学が急速に進歩し、アメリカ、イギリス及びソヴェトなどは特に著しい発展をみせている。海洋の研究は早くより大洋を対象に発展してきたが、次第に大陸棚上の海に関する海象気象資料が積重ねられ整備されるようになってきて、特異な海況とその変動が漸次認められるようになった。

著者は1946年より東海及び対馬海峡方面の漁場の海況分析を試みてきたが、中途にしてまず漁場の基本的な構造を知る必要を感じて、研究の重点をそこにおいて進めた。そして、漁場の海洋学的な構造を漁況と海況の関連を見ることが、資源環境を解析する第1の段階即ち *Population* の *Habitat* を分析する土台とすることにして、ここにこれまでの知見を整理して、その *Static* な分野だけを第1篇として

公表することにした。*Dynamic* な分野は今後の報告に逐次折込んでいく予定である。

この研究を進めるに当って東京水産大学教授宇田道隆博士(当時、長崎海洋気象台長)には種々御教示をいただきまた西海区水研の海洋関係の人々、長崎海洋気象台の海洋関係の人々には多くの協力をあおいだ。これらの方々に対して深く感謝する。また対馬暖流調査の事業のひとつとして、東海の観測を担当して多くの観測結果を提供された鹿児島県水試長崎県水試福岡県水試の関係者、並びにこの間文獻をお貸し下さった西田敏三先生(前広島大学教授)に夫々謝意を表したい。

なお、本報告は著者がこれまでに発表した報告の他に、下記の講演を加えてまとめたものであって、本報告を対馬暖流調査で著者が1952年以来分担して行った西海域海況漁況に関する研究の第1報とする。

- | | | |
|-----|------------|--------|
| 第1回 | 対馬暖流シンポジウム | (於 京都) |
| 第2回 | 〃 | (於 福岡) |
| 第3回 | 〃 | (於 小樽) |
| 第5回 | 〃 | (於 東京) |
| 第6回 | 〃 | (於 長崎) |

§ 1 対馬暖流海洋研究史

1-1 九州西海域及び東海一般概況

対馬暖流の調査開発の歴史がつくられたのは、この暖流の存在を認めた人と時代並にその業績に始ると考えてよからう。この意味で対馬暖流開発史をみると、約1世紀前にロシアの *Schrenck, L.* は西太平洋北部海域の縁海の調査を行って、対馬暖流が支那東海を北流して九州西岸を洗い、逐に日本海に入るのを発見しただけでなくて、その暖流に“対馬海流”という名称をあたえたのも彼である。この頃は未だ九州西方では、支那東海から対馬海峡にかけて大陸沿岸水と九州の沿岸水とが相接しておいて、対馬海峡方面へは日本海の水が南下して玄海灘の水がこれと混合しているように思われていたのであるから、*Schrenck* の業績はこの方面海洋状態の知識の啓蒙に大きな足跡を残したと言えよう。

この後 *Makaroff* 提督は明治19年から同22年(1886~1889)に亘って行った世界周航の折、*Vitiaz* 号で明治20年(1887)に日本海と東海方面の海洋調

査を行い、科学的な海洋調査によって対馬暖流の状態を更に一步進めて明らかにした。*Makaroff* (1894)によれば、北緯30度以北東経131度附近に冬季稀に著しき寒冷水を見ることを述べて、東海中央域に冷水塊の存在を明らかにした。彼はまた東海における黒潮の分枝と東海西部における中間暖水(補流、第4図参照)について既に論じ、次のように報告している。“日本海岸に近づいた黒潮は、日本沿岸並に朝鮮半島沿岸を圧流しつゝ再び3部分に分流する。その主流は日本東岸に沿って流下し、第2支流は朝鮮海峡を経て入る *Schrenck* 氏の所謂対馬海流はこれである。第3支流は、*Schrenck* 氏が言うように、南支那沿岸において西に廻転する。予はこの第3支流は北東貿易風の時にのみ存在するのを確めた。この分離した支流が如何なる方面に到るかは、確言すること甚だむづかしい。しかし、舟山群島より長崎に到る間に、甚だ高い比重を見たことから推察すれば、この支流は若干の旋回をして後更に南下し、こ

れが南支那海に再現するであろう。”*彼はまた対馬海峡方面から日本海南部の対馬暖流について、“朝鮮海峡において分離した対馬海流は北東貿易風の際は海峡の全幅を占めず、朝鮮沿岸附近には北から南へ向って沿岸にそって流れる稀塩水帯が止まっているのを見る。黒潮の分流は朝鮮海峡を経て日本海に

入り、右に転じて日本海の沿岸にそって北東に向う。水路誌によれば主なる流域は、海岸附近に多く遭遇するが、海水比重の分布から推論するときは対馬海流は日本海の南東部全域の塩分に大きな影響をあたふるものであることが知られる。”(37頁)。1例として彼が示した観測の図を示すと第1図の通りである。



第1図 マカロフ少将が調査(1886~1889)した東支那海南部の表面水温と航跡

Figure 1. Surface temperature distribution in the East China Sea worked by Makaroff on board the Russian research vessel "Vitiaz" during the years 1886-1889. The figures against the curves give the water temperature (upper) and the time of observation (lower).

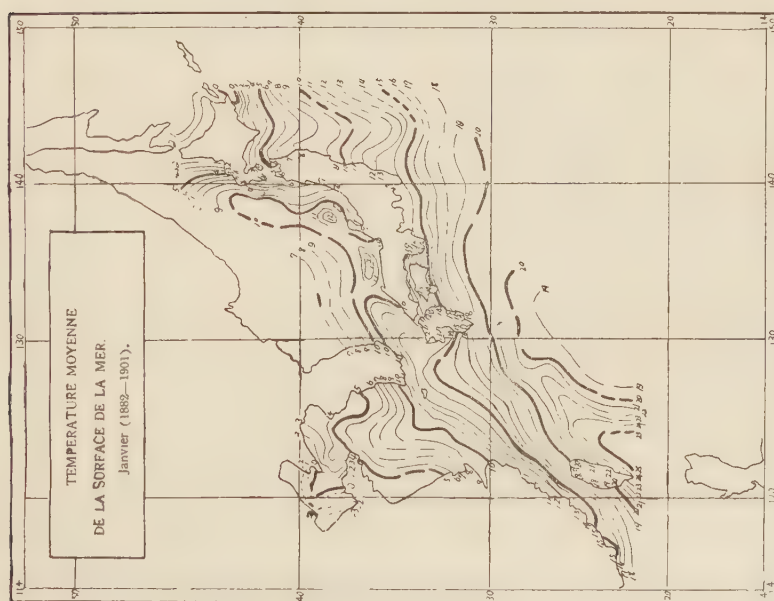
Vitiaz号によるMakaroffの調査に数年遅れて和田雄治博士は明治26年(1893)、海流瓶投入による日本近海海流調査の大業に着手し、明治27年(1894)には九州西岸と台湾との間の海域にこれを投入して、黒潮及び対馬暖流調査に貢献した。この事業はなおも和田博士によって続けられ、明治39年(1906)には朝鮮半島沿岸で海流瓶の投入を行って、朝鮮沿岸の海流を明らかにした。その後大正2~6年(1913~1917)に大規模且組織的に瓶投入による海流調査を行い、こゝに一層対馬暖流と東海の水系並に日本海の水系が明らかになってきた。

なおこの間にあって、和田博士は明治15~34年(1882~1901)間の日本周辺を航行する船舶が実施した海洋表面水温観測の結果に基いて、北太平洋表面水温分布の変化を示したが、しかしなお東海方面

においては未だ対馬暖流の消長と大陸沿岸水の消長を論ずるには至らなかった。しかしながら、引用した第2図(2-i~2-vi)によっても知られる通り、日本列島周辺海洋表面水温の季節的変移がよく示されているとともに、殊に東海の黒潮系暖水の勢力の消長と各分枝の消長が概ね知られるのみならず、日本海においても極前線の走行と移動が知られる。また対馬列島北方の海域に、特に3~7月の間に五島列島西方海域と同程度の暖水域が孤立しているのが見られるのは興味がある。この方式の海況調査は後に宇田博士、岡本(1930, 1931)によってなされた。

丸川久俊氏等は、大正2年(1913)支那東海漁場の海況に着目して、同年1月15日から3月末日までに雲鷹丸によって12点の各層海洋観測を実施し、この九州西南海洋及生物調査によって、東海に支那大陸

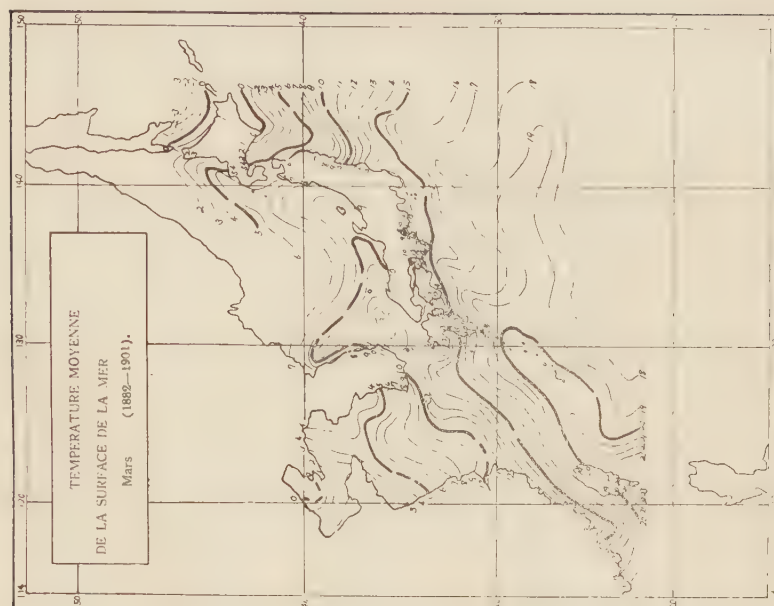
* マカロフ, 1915(大正4年)日本近海海洋調査書(水産同窓会訳刊)36~37頁。



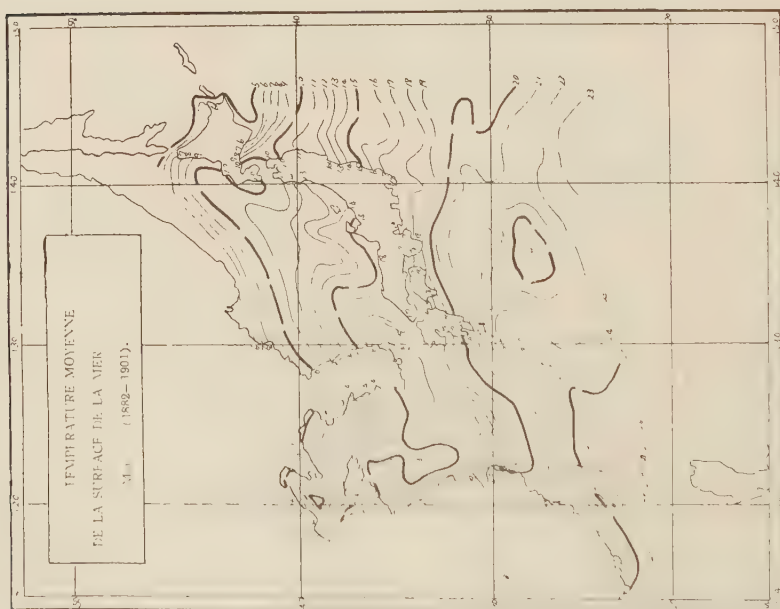
第 2 - i 図

第 2 図 (i-Vi) 東支那海，列馬海峡，日本海方面の表面水温年変化図 (和田，1904)

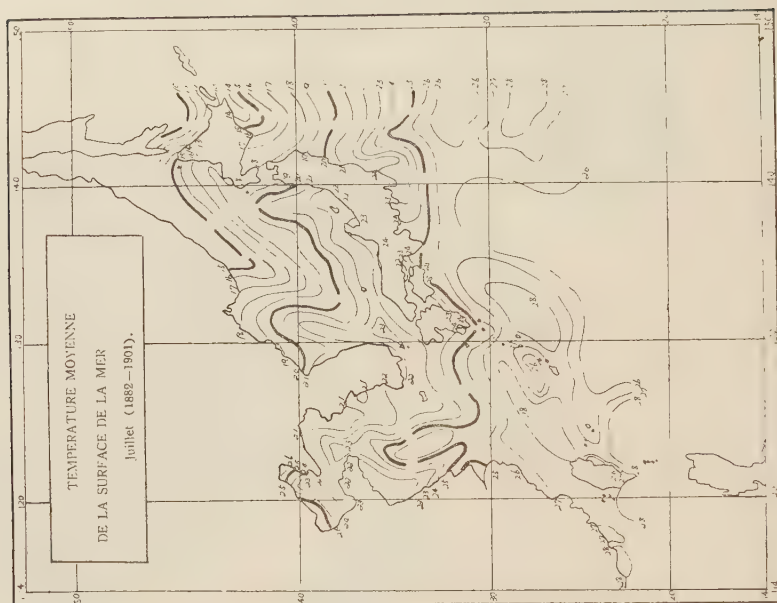
Figure 2 (i-Vi). Average surface temperatures in the East China Sea and the waters adjacent to Japan at different times during the years 1882-1901.
(After Wada, Y., 1904).



第 2 - ii 図



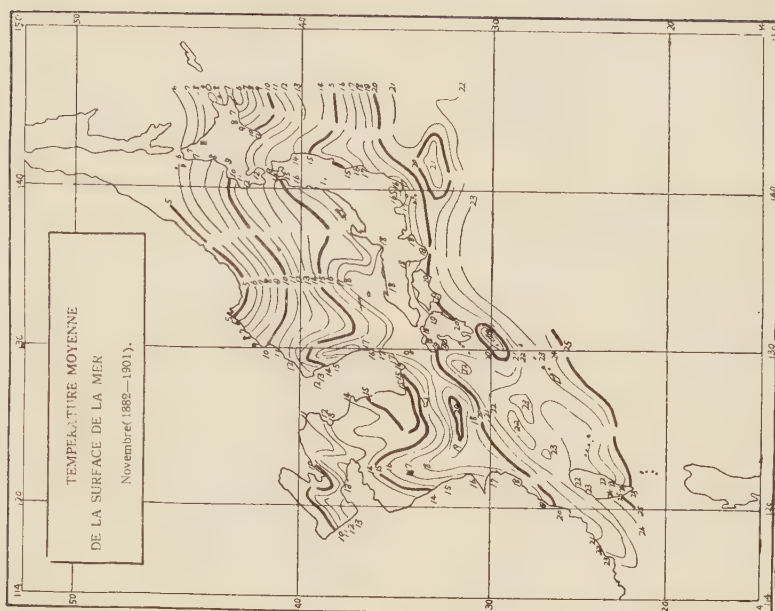
第 2 - iii



第 2 - iv



第 2 — V



第 2 — VI

沿岸性水塊と黒潮系暖流の相接するところがあるのを確認し、その潮境の一部は $30^{\circ}\sim 32^{\circ}\text{N}$, $126^{\circ}\sim 127^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{E}$ の海域に認めたることを報告した。これは近代科学的な海洋調査によって、東海における大陸側沿岸水塊と対馬暖流との潮境を漁業と結び付けて調査したものの嚆矢であろう。この種の海洋調査は更に引続いて大正4年3月9～29日(1915)、雲鷹丸によって東海・黄海に実施された。

また大正7年頃より長崎県水産試験場は、五島列島南西端大瀬崎より済州島に至る横断観測を13年まで実施し、早くより東海北部の対馬暖流調査に益する結果を出した。大正10年以降には、早稲水産研究会によって時の農商務省漁業取締船ク速鳥丸ク及びク天鳥丸クによる朝鮮沿岸、対馬海峡、支那東海、黄海の表面観測が行われるようになった。これまでのところ、東海では早くよりレンコ延縄漁船とトロール船の操業が活況を呈していたが、この頃2艘曳機船底曳網が五島列島を基地にして着業するもの増加し、それまで宇久島一済州島一対馬列島間海域を主漁場としていた手繰縄漁船の操業区域は逐次南方に広がり、船型が大形化するに従って東海全域を漁場とするに至った。このような以西底曳網漁業の隆昌にもかかわらず、また東海のサバ、アザの漁業に着手する者は無かった。

これより約10年間は組織的な沖合海洋調査は見なかったが、昭和7年(1932)になって、朝鮮半島周辺の科学的海洋調査が始められ、中でも昭和9年(1934)5月22日から7月4日まで44日間、同試験場試験船ク鵜丸クによって実施された業績は貴重なものである。

この観測航海は釜山から対馬海峡を経て苓岐水道に達し、更に南鮮の巨文島、済州島近海を調査して五島列島に至り、ここから更に南下して奄美大島に達し、次で更に南鮮近海から黄海へ北上して渤海に入る大海洋調査であった。その航程4200浬、139点の各層観測をなし、海況調査にも海洋生物研究の上からも、幾多の貴重な科学的結果が得られた。これによって日本西海域の海洋調査の組織的業務の一端は、大正10年5月創立された朝鮮総督府水産試験場における調査研究活動に俟つところ極めて大きいのであるが、この水産試験場はこのような大規模な長期に亘る広域の海洋調査を行う他に、近海や沿岸海域に多くの横断観測線や観測点を設けて、海流勢力の消長や沿岸漁場海況の変動の考察にもまた努力

を傾注した。殊に重要なのは、対馬海峡並に日本海南部の横断定期観測で、釜山一対馬(三つ島)間6点は大正6年(1917)より始められ、同11年(1922)までは不定期に行われていたが、12年(1923)年1月以降各月上旬に定期的にこれを実施し、昭和6年(1931)11月まで欠測なく継続し、同6年12月からはこの定線は慶尚南道水産試験場が担当して引続き実施されてきた。この間、同年1月から12月までこの観測は対馬一博多間8点を加えて、対馬海峡東西両水道の横断観測に当たった。

他方総督府水産試験場は昭和7年(1932)1月から山口県産試験場と協定して、毎月蔚崎一川尻御崎間約100浬11点をもつ定線を決めて各層観測を開始した。殊にこの2の定線の観測結果は、日本海に流入する対馬暖流勢力の消長の研究や、日本海南部の海況変動の考察上貴重なる材料となった。例えば須田博士(1938)はこの観測の昭和7年から10年まで(1932～1935)の結果を用いて、日本海に流入する対馬暖流勢力の年間の季節的変動を理論的に考察した。即ち秋から冬にかけて北西季節風が強くなると対馬列島北端から北方35浬附近を中心に季節風による反流性の混動域が現われ、これと殆んど同時期に日本列島の山陰沖に、沿岸水塊の弱い反流がみられることを示した。

昭和7年(1932)には、中央水産試験場が中心となって、農林省の漁業取締船(鵜丸、初鷹丸など)の東海・黄海、対馬海峡などの海洋調査を中心にして、熊本県、鹿児島県、沖縄県の各水産試験場の協力による一斉海洋調査が行われ、冬から初夏の間の海況がかなり良く知られ、東海方面の水系が次第に知られるようになった。即ち第1表に示す通り、1月から6月まで延30航海に及ぶ観測がなされた。かくて東海の対馬暖流水塊と大陸沿岸水塊との潮境や、その冬から夏の間の移動が知られるようになった。この時の観測結果を総合すれば第3図に例示したように、東支那海の水塊分布と潮境の分布が良く認められる。

この1年前、昭和6年(1931)4月から同15年(1940)3月まで満10ヶ年間に、長崎測候所では長崎一上海間の定期航路の表面観測を実施して、対馬暖流と東海の冷水塊及び大陸沿岸水の分布とそれらの勢力の消長を知ることが重要な貢献をなした。即ち安井(1932)はその水温分布の時期的変化から考察して台湾北部海域から北方に向けて上海東方沖合にその

第1表 東支那海の海洋調査年表

(日本で行われた各層観測があるものだけ)

観測船名	観測海区	観測 点数	観測期間
1 雲鷹丸(水講)	支那東海及九州西海域	12	大正 2年 1月15日～3月末日
2 雲鷹丸(水講)	支那東海及黄海	20	〃 4年 1月19日～2月25日
3 飛隼丸	支那東海北部及黄海	15	昭和 7年 1月10日～1月14日
4 初鷹丸	支那東海北部及黄海南部	10	〃 7年 1月10日～1月15日
5 初鷹丸	対馬海峡	10	〃 7年 1月24日～1月25日
6 鹿兒島水試	開聞岬～屋久島～大島	15	〃 7年 1月30日～1月31日
7 鹿兒島水試	東海横当島西微南沖 105M→坊岬(135M)	11	〃 7年 1月31日～2月2日
8 飛隼丸	支那東海及黄海	16	〃 7年 2月7日～2月8日
9 鹿兒島水試	開聞岬～屋久島～大島	15	〃 7年 2月11日～2月12日
10 鹿兒島水試	東海横当島西沖 120M	12	〃 7年 2月12日～2月13日
11 鹿兒島水試	東海横当島西微南沖 105M→坊岬(135M)	6	〃 7年 2月12日～2月19日
12 沖縄県水試	東海中央那覇より北西 200M	11	〃 7年 2月20日～2月21日
13 台湾総督府水試	東海池間島～東引島	11	〃 7年 2月29日～3月2日
14 初鷹丸	対馬海峡西水道→黄海	16	〃 7年 3月24日～3月30日
15 飛隼丸	対馬海峡, 東海北部, 黄海	18	〃 7年 4月2日～4月8日
16 熊本水試	魚貫崎 WSW 150M	16	〃 7年 4月3日～4月4日
17 熊本水試	魚貫崎 WSW 100M	11	〃 7年 5月4日～5月5日
18 鹿兒島水試	開聞岬～屋久島～大島	15	〃 7年 5月13日～5月14日
19 鹿兒島水試	東海横当島 W/S 100M →坊岬迄 195M	17	〃 7年 5月15日～5月17日
20 台湾総督府水試	東海池間島～東引島	13	〃 7年 6月3日～6月6日
21 初鷹丸	東支那海全域	45	〃 7年 6月3日～6月10日
22 鹿兒島水試	開聞岬～屋久島～大島	16	〃 7年 6月5日～6月6日
23 熊本水試	魚貫崎 WSW 300M	24	〃 7年 6月5日～6月7日
24 鹿兒島水試	東海横当島 W/S 103M →坊岬 175M	16	〃 7年 6月6日～6月9日
25 熊本水試	魚貫崎 SSW 160M→ 口之島北端 W 240M	16	〃 7年 6月7日～6月10日
26 沖縄県水試	東海中央那覇より北西 200M	16	〃 7年 6月8日～6月10日
27 鵜丸(朝鮮総督府)	支那東海及黄海	139	〃 9年 5月22日～7月4日
28 駒橋丸(海軍)	支那東海	19	〃 14年 1月19日～2月25日
29 快鳳丸(海軍)	支那東海及黄海	23	〃 14年 2月11日～2月22日
30 蒼鷹丸(水試)	支那東海及南支那海	300	〃 14年 6月4日～8月2日
31 第7玉丸(海軍)	支那東海及黄海	52	〃 14年 7月20日～8月22日
32 第5玉丸(海軍)	〃	24	〃 14年 7月22日～8月25日

33	第3極南丸(海軍)	支那東海及黃海	127	昭和 14年 7月24日～ 9月 1日
34	俊 鵬 丸(海軍)	支 那 東 海	17	〃 15年 1月24日～ 2月25日
35	快 鳳 丸(海軍)	〃	〃	〃 15年 1月27日～ 2月24日
36	利 丸(海軍)	支那東海及黃海	45	〃 15年 7月 8日～ 8月18日
37	第4海洋丸(水路局)	支那東海及九州南東海区	14	〃 21年 8月 6日～ 8月10日
38	初 鷹 丸(水産庁)	支 那 東 海	17	〃 23年 3月15日～ 3月22日
39	初 鷹 丸(水産庁)	〃	17	〃 24年 4月 5日～ 4月10日
40	鶴丸(長崎水試, 長崎海洋气象台)	〃	71	〃 26年 7月25日～ 8月12日
41	鷹神丸(西海区水研)	〃	20	〃 26年 11月24日～12月 9日
42	神鷹丸(西海区水研)	〃	36	〃 27年 2月 3日～ 2月22日
43	鶴丸(長崎水試, 長崎海洋气象台)	〃	63	〃 27年 2月20日～ 3月 4日
44	鶴丸(長崎水試, 長崎海洋气象台)	〃	73	〃 27年 7月22日～ 8月10日
45	俊鵬丸(西海区水研)	〃	16	〃 27年 11月 6日～11月24日
46	鶴丸(長崎水試, 長崎海洋气象台)	〃	61	〃 28年 2月19日～ 3月11日
47	玄海丸(福岡水試)	〃	19	〃 28年 7月18日～ 7月24日
48	長崎(長崎海洋气象台)丸(長大水産学部)	〃	36	〃 28年 8月19日～ 8月24日
49	鶴 丸(長崎水試)	〃	33	〃 28年 10月 5日～10月14日
50	俊鵬丸(西海区水研)	〃	34	〃 28年 10月23日～10月30日
51	鶴 丸(長崎水試)	〃	30	〃 28年 10月25日～10月31日
52	鶴 丸(長崎水試)	〃	25	〃 28年 11月22日～12月10日
53	長崎(長崎海洋气象台)丸(長大水産学部)	〃	71	〃 29年 2月25日～ 3月 8日
54	鶴 丸(長崎水試)	〃	29	〃 29年 5月26日～ 6月 4日
55	玄海丸(福岡水試)	〃	16	〃 29年 6月13日～ 6月16日
56	春風丸(長崎, 神戸海洋气象台)	〃	60	〃 29年 6月27日～ 7月24日
57	長水丸(西海区水研)	〃	37	〃 29年 7月 1日～ 7月20日
58	鶴 丸(長崎水試)	〃	55	〃 29年 7月 6日～ 7月27日
59	玄海丸(福岡水試)	〃	16	〃 29年 8月26日～ 8月31日
60	鶴 丸(長崎水試)	〃	30	〃 29年 9月24日～10月 2日
61	玄海丸(福岡水試)	済 州 島 南 部	16	〃 29年 10月22日～10月24日
62	照洋丸(鹿児島水試)	薩 南 海 域	15	〃 29年 11月 2日～11月10日
63	鶴 丸(長崎水試)	東支那海 南 部	33	〃 30年 1月15日～ 2月 4日
64	〃	東支那海 北 部	12	〃 30年 5月12日～ 5月15日
65	〃	〃	28	〃 30年 8月 2日～ 8月 8日
66	〃	〃	7	〃 30年 9月26日～ 9月27日
67	〃	〃	15	〃 30年 11月29日～12月 3日
68	玄海丸(福岡水試)	済 州 島 南 部	16	昭和 30年 5月19日～ 5月24日

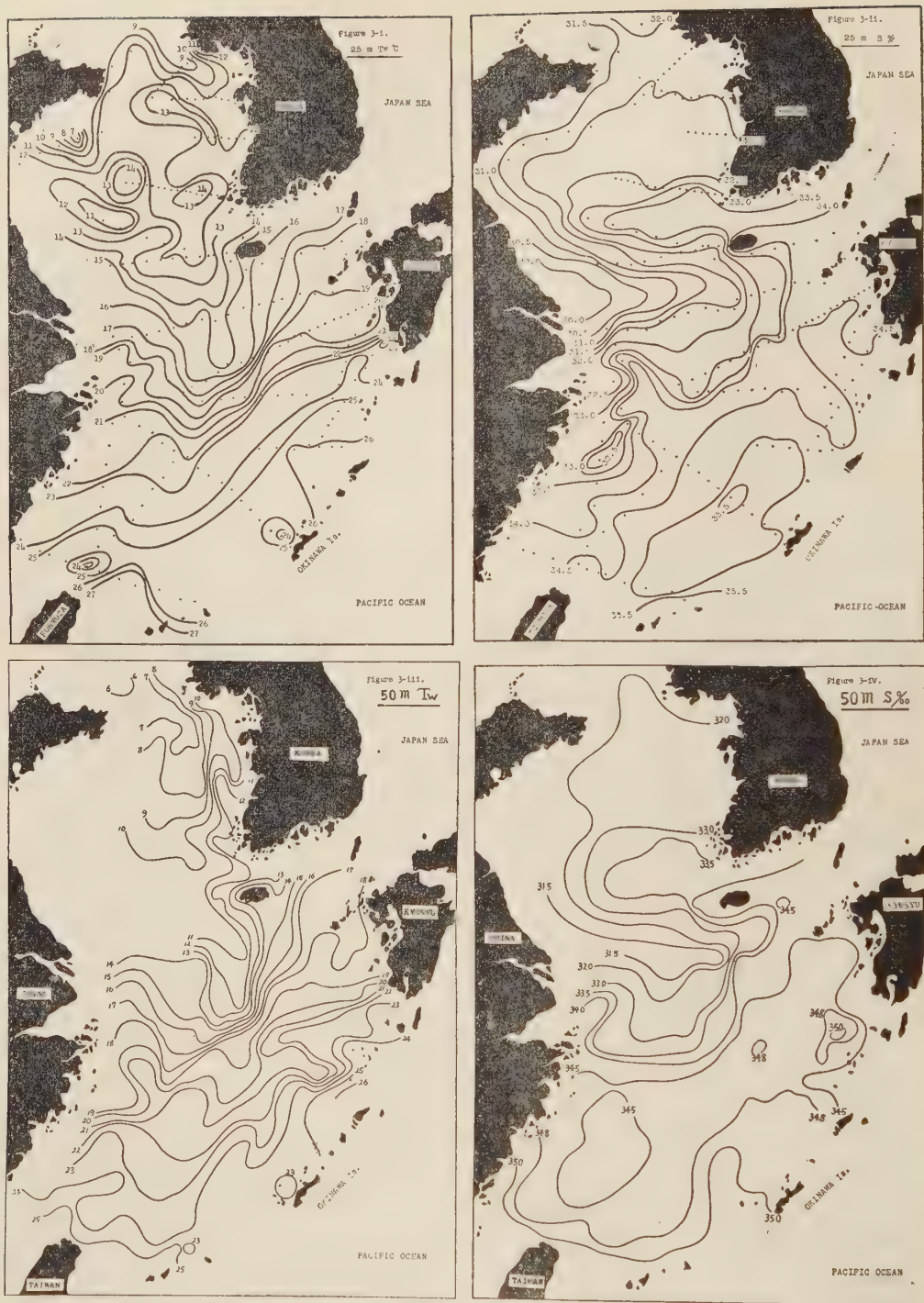
69	〃	〃	14	〃	30年 7月25日～7月28日
70	〃	〃	16	〃	30年 9月15日～9月17日
71	〃	〃	16	〃	30年 11月24日～11月28日
72	照洋丸(鹿兒島水試)	東 支 那 海	15	〃	30年 3月 9日～3月15日
73	〃	〃	16	〃	30年 5月 6日～5月10日
74	〃	〃	16	〃	30年 6月21日～6月28日
75	〃	〃	43	〃	30年 11月 1日～6月14日
76	おゝよど(山川, きたかみ 第7管区)	〃	16	〃	30年 5月 3日～5月21日
77	〃	〃	18	〃	30年 8月20日～9月 6日
78	おゝよど(第7管区)	〃	4	〃	30年 10月26日～11月26日
79	春風丸(長崎海洋)	〃	89	〃	30年 1月28日～2月19日
80	〃	〃	111	〃	30年 7月 8日～7月29日

先端を現わす暖水塊は冬季に顕著となることから、これは一種の補流であることを論じ、先に述べた Schrenck 及び Makaroff が推定した東海における黒潮の第3分枝の成因に言及した。宇田 (1947, '50) は同じ観測結果の分析から更に詳細な海況を論じ、支那大陸東方沖合(大陸沿岸水帯の沖合)の北上暖水の性質を明確にして、これを中間暖水と呼び更に長崎—上海間の海上に現われる黄海方面より張り出して来る冷水塊の消長並びに黒潮系暖水との潮境の位置を明らかにして、東海中央域の水塊の分布とその性質を知るのに貢献した。そして第1表に示した観測の結果をこれに綜合して、東海全域の水系図を作成した(第4図参照)。また松平 (1932, '33) は同じく長崎測候所が行った長崎—上海間の表面観測によって得た試水の化学分析を行い、雨期後の夏期(例えば9月)には大体のところ $31^{\circ}-00'N$, $123^{\circ}-00'E$ 附近から $31^{\circ}-15'N$, $122^{\circ}-00'E$ (楊子口の崇明島近海) の間で、 P_2O_5 は $2\sim 3mg/m^3$ から $50\sim 60mg/m^3$ に約20倍近くに急増し、 SiO_2 は $450\sim 600mg/m^3$ から $2000mg/m^3$ 以上となり3倍以上に急増しているのが知られ、大陸沿岸水に対する楊子江水の涵養の状態が如何に著しいかを明らかにした。同じ水塊のなかで pH は 8.2 附近から 6.4—6.5 内外のむしろ弱酸性へと急変している。

また引続く冬期(例えば翌1933年1月下旬)には、これら海洋要素の急変域は $31^{\circ}-40'N$, $125^{\circ}00'E$ 附近から $31^{\circ}-30'N$, $124^{\circ}-30'E$ 附近海区に現われていて、その変化も P_2O_5 は $20mg/m^3$ から $60\sim 90mg/$

m^3 へと約3—4倍の変化、 SiO_2 では $400\sim 500mg/m^3$ から $1100mg/m^3$ 程度へと2—2.5倍の増加を示して、その水平分布の傾度は夏期程ではないけれども、極めて明瞭に水塊の不連続域のあることが知られる。しかもこの $(ds/d\sigma)_{max}$ の位置は冬季には夏季よりも120哩以上も東方の $31^{\circ}-00'N$, $125^{\circ}E$ 附近の、東海中央部から更に北に偏した海域まで大陸沿岸性水塊の東方進出が明らかになった。即ち楊子江より夏季大量に排出される水は $31^{\circ}-00'N$, $123^{\circ}-00'E$ 附近で北方の黄海寄りに偏寄して流れ、これが秋から冬にかけて冷却しつつ季節風とともに東海の北東部から更に中部以南にまで運ばれるもので、所謂黄海冷水塊、別名中央冷水塊(宇田)はこれである。

この東海の大陸棚上の水塊分布、特に大陸棚縁域の水塊の混合、潮境の分布については、宇田博士が昭和14年6、7月における支那海の海洋調査をもとにして可なり詳しく論じた。即ち宇田、渡辺等は昭和14年6月3日から8月3日に亘る62日間、水産試験場の蒼鷹丸によって東海から南支那海東京湾に至る大陸棚上の海洋調査を実施し、従来この海域の海洋調査に不足していた O_2 , pH, P_2O_5 , SiO_2 などの諸要素を加え、加うるに稚魚採集、ペンソスの採集、試験操業などを実施して、初めて総合的な水産海洋調査を遂行した。これによって初めて各種要素の分布から大陸棚上の総合的な水塊分析が宇田博士 (1941) によってなされ、奄美大島北西方の大陸棚縁海谷を突入上昇する黒潮の暖水舌と、この北側の砂堆上を大陸棚の外側に向って流れ出す低カンな大陸沿岸性水



第 3 図 (i-iv) 東支那海の冷水塊後退期 (1932年6月) の各層 (25m, 50m) 水温, 塩分水平分布, 熱帯渦の位置を示す

Figure 3 (i-iv). Distributions of water temperature and salinity at 25m and 50m layers in the East China Sea in a declining season of the cold water mass, June 1932, showing the boundaries between the cold water mass and the warm water mass of the Kuroshio Current. Dots indicate positions of observations.

塊との間に顕著な潮境が形成されていることが明らかにされた。

辻田 (1950) は主として昭和14年 (第1表参照) に行なわれた日本海軍の海洋観測結果によって東海の珪酸塩分布を考察して、特に冬季の珪酸塩分布が宇田博士等が明らかにした東海の水塊分布をよく証明するとともに、奄美大島西方の大陸棚縁の小海谷に黒潮水塊の上昇流を認め、それが冷水塊に向けて舌状に突っ込んでいることを知った。更に辻田 (1954) はこの黒潮水塊の大陸棚上への突込みと冷水塊との間に顕著な潮境が常に存在して、サバのみならずレンコダイ幼魚の集合域をなし、好漁場であることを知った。(第1図参照)



第4図 九州西海域及び東支那海の重要な漁場の海洋学的構造模式図 (宇田, 辻田等による)

Figure 4. Diagrammatic representation of the oceanographic structure in the East China Sea and the waters adjacent to western Japan.

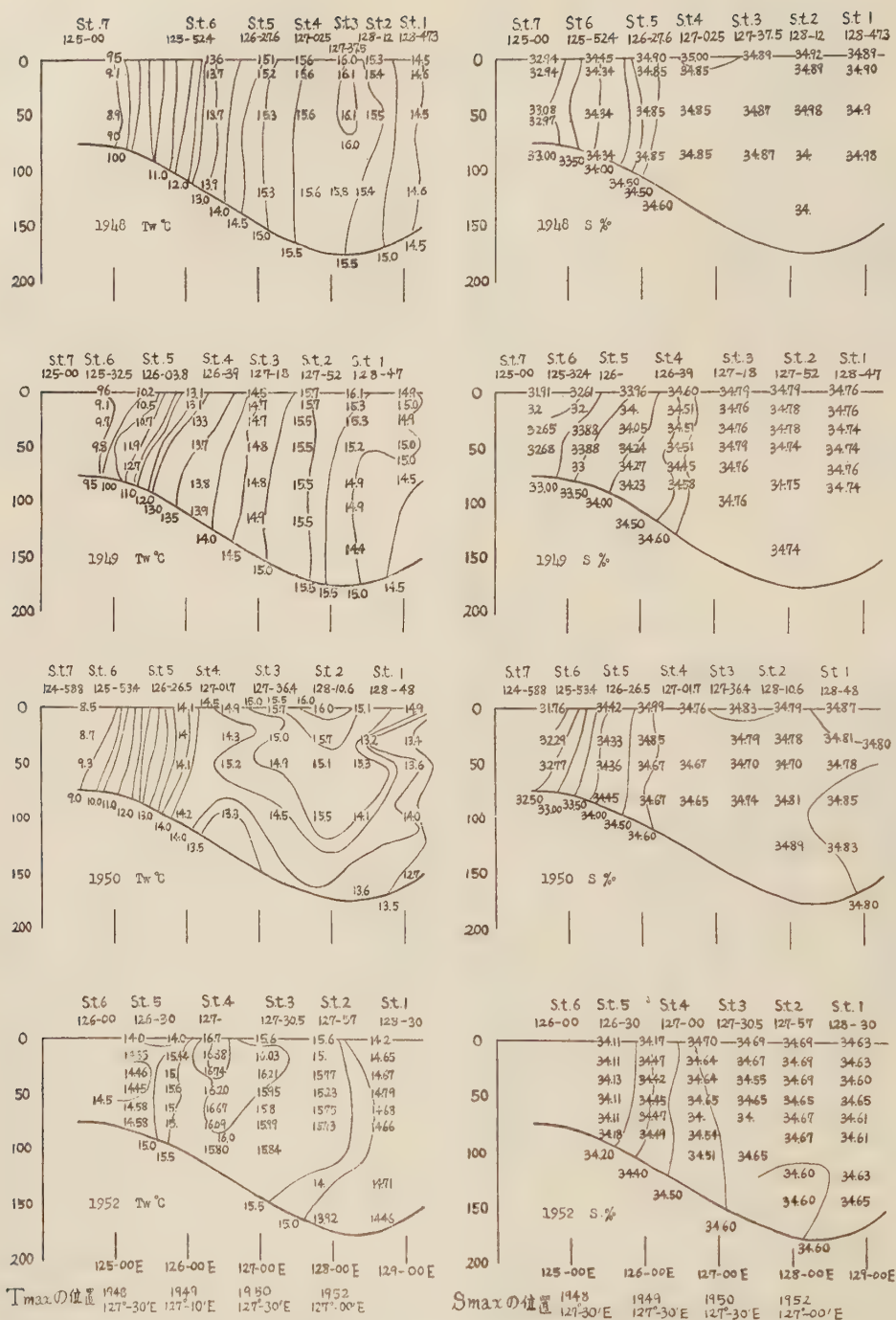
このようにして、漁場の形成と関係の深い潮境の分布とその消長が明らかになってきた。殊にこの海谷の北縁にあたる大陸棚縁 (農林漁区461区を中心とする海区) は冬から春にサバの大群が常に見られキダヒ幼魚 (シバレン) が周年漁獲される区域である。この奄美大島西方の東海中部における海谷上にみられる暖流水塊の突入を、中間暖水舌と呼ぶことにすれば好都合である。

また、この間に熊田 (1928, '34) は東海から南方

に拡がる大陸棚上に操業する日本水産株式会社のトロール船の操業成績から得た試料によって、東海の底質分布を明らかにし、またそれと底魚類の分布との関係を論じた。笠原 (1948) は同じく同社の資料のうちの底曳網漁獲物の組成を分析して、以西底曳網漁業資源を論じ、同時に東海黄海の底魚の分布回遊を考察した。この頃より松井, 高井 (1950, '51) は東海黄海のベントスの分布の研究を試み、水塊分布との関係について、熊田 (1928) が論じた東海黄海における魚類分布の境界が、水系分布によって決められるとの考えと同じく、底棲生物の分布も亦水塊分布による傾向がみられることを知った。

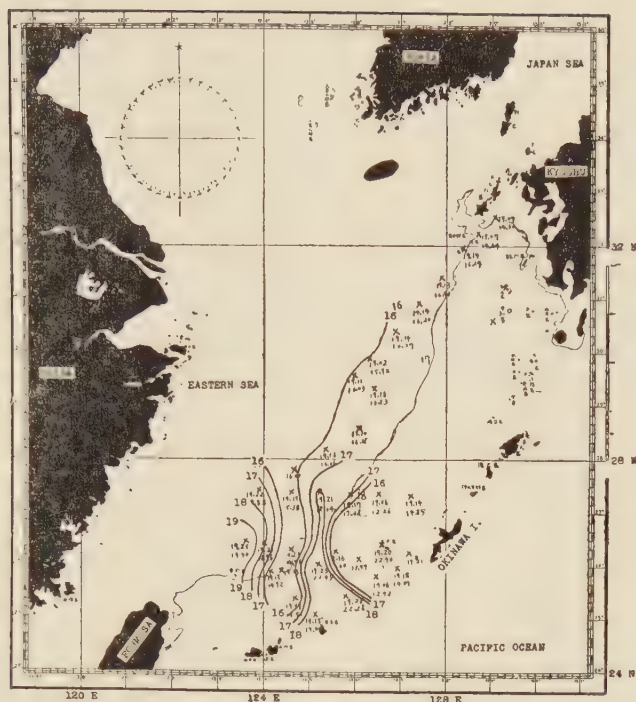
九州西方海域漁場の漁況に影響をあたえる対馬暖流の作用については、単なる本流の勢力の消長のみを以て結びつけることはできない。その暖流の蛇行性を確かめる調査が、当然なされねばならない。殊に大隅群島海域の左旋渦動 (30°N, 129°E附近を中心とす) による湧昇, 五島-天草-男女群島間海域の右旋環流の勢力, あるいは甑列島-宇治群島南西方面の反流勢力, 五島列島西方近海漁場などは対馬暖流の接岸離岸で水温の変化, 漁場の水塊の圧迫による潮境の強化など色々の影響が考えられる。このことに注目した宇田, 辻田 (1950, '51, '52) は、当時水産研究会の依頼による長崎海洋気象台の海洋調査によって、1948年から1950年までの3ヶ年、3月下旬から4月上旬の冬季海況の時期に、五島列島西方の白瀬からソコトマツクまで定線各層観測を行い、この海区で対馬暖流の流軸が東西に20~30哩位偏寄して流れることを知った。(第5図) 引続き行われた西海区水産研究所が施行する海洋観測においても、このことが認められている。対馬暖流綜合開発における東海の北半に設けられた数本の海洋観測定線は、単に暖流勢力の消長と東海の大陸沿岸水との潮境の動きを調べる他に、以上のような目的も含まれているのである。東海方面におけるこのような海洋観測は1951年より初められ、水塊の混合, 潮境の変動, 対馬暖流勢力の調査が続いて行われるようになり、西海区水産研究所も亦同年より東海の漁業試験, 水準海洋調査を実施する段階となり、底魚群の基礎調査が発足した。かくして1953年より対馬暖流綜合開発方針による、各県水試共同の東海の開発調査が始った (第2表参照)。

東海はアジア大陸の所謂東岸気候帯に位置を占める最も広大な、しかも漁業生産の大きい海域であり



第 5 図 東支那海北部の断面における対馬暖流の東西偏倚と冷水塊との潮境の経年変動

Figure 5. Anomalies of the core position of the Tsushima Current represented with vertical distributions of salinity and water temperature in the section of the northern part of the East China Sea in March and April during the years 1948-1952.



海底地形の作用によって上昇流がみられるとともに、この海域に対しては秋から春に中央冷水塊が張出して、対馬暖流を西方より圧迫する混合域ができている。この男女群島西方海域から五島列島大瀬崎沖合までの間において、東海水塊の上層混入は最も著しいと思われる。

対馬暖流が対馬海峡に入るに及んで、済州島と対馬との間の海域では、朝鮮の西岸から南鮮沿岸に南下張出す寒冷なる水塊との混合によって、西水道を流れる水塊は更に沿岸性水塊の混入が強化される。この西岸より南鮮に流れてくる稍低温なる沿岸の海流は、春から次第に勢力を増して夏季には最も顕著なる沿岸性水塊の流れとなって、済州島と朝鮮半島の間から対馬海峡西水道へ進出するが、その勢力は巨済島附近まで達する。(宇田, 1930, '31)

夏季になってははっきりと認められるようになるこの南西鮮沿岸の冷水塊には、西鮮近海のマサバと大形アザ類が棲息していて、その水塊が済州島—巨済島間海域に先端を現わすとともに、同海域において盛漁を続ける済州島東方近海のマサバ群（東海より北上せる群）に対するこのマサバと大アザの混入が始る。このことから、東海中部の奄美大島西方大陸棚縁の海谷上における東海のマサバとマサバの混合とともに、魚群の混合域は水塊の接触混合域を表わし、同時にその時期は水塊の混合が著しい時期を示すと考えられる。

対馬海峡東水道における玄海灘の水の混入は、特に対馬列島の上島東方から沖島方面に亘る海域において著しく行われる。(辻田, 1953)。即ち対馬列島南部の西方海域と、この列島の上島近海は第2の混合域とみてよい。元来 Schrenck 以前においては、玄海灘方面には日本海の水が南下してきて、これと接していると考えられていたのであるが、近年に至って対馬海峡を抜けて日本海に入る対馬暖流は中層以深において対馬暖流固有の水塊があり、その上層に支那東海沿岸性水塊が混じっていることが論じられるようになった。中宮他 (1952) は、T—S ダイアグラムによってこの亜熱帯中層水塊上の支那東海水塊の厚さを30—50m位とみている。

相川 (1932) は Plankton の調査によって、九州西岸の水塊が対馬暖流にあたえる影響によって、日本海の Plankton 相が支配されることあるを論じ、生物学的にも対馬暖流上層に東海方面から九州方面

沿岸水塊の混入が論じられることを示した。

森 (1932) は東海から沖繩列島方面の黒潮流の浮游性橈脚類の分類学的研究をなし、山田 (1932, '35) は九州西方沖合から朝鮮海峡の浮游性橈脚類の分類と分布について論じた。殊に山田 (1932) は暖流性 Plankton の分布と九州西方海域の海況について考察した。即ち *Penilia schmackeri*, *Doliolum nationalis*, *Temora turbinata*, *Eudne tergestina* 等の分布からみて、五島列島大瀬崎と済州島の略中央から対馬列島北端を連れる線の東方、対馬暖流上流部と、西方の朝鮮側とは水系を異にすることを知り、また九州西方沖合では大瀬崎附近から嶺列島までの海区、嶺列島以南の海区と夫々暖流性が強いことを明らかにした。同田が区分した水系において大瀬崎—済州島の間と対馬北端を結ぶ線の朝鮮沿岸側海域で、済州島の東方近海が6月以降ゴマサバが来游秋まで滞留して好漁場を形成し、この水塊を脱して対馬海峡の方や五島列島寄りの対馬暖流主軸部に主群が入って来ないのは、注目すべきことで、今後研究すべき生態学上の興味ある著意にあらう。

また日高、鈴木 (1950) は対馬暖流勢力の変化の原因を探る目的から、対馬海峡の暖流勢力の指標とみられる流速そのものの変化の週期分析を試みる外に、他の要因として東海方面の降水量と流速との相関々係を求めてみたが、いづれも0.1—0.2程度の係数となっている。そして、その影響は対馬暖流の永年変化には直接の関係を見ることはむづかしいが、台湾北部の降水量、済州島附近の降水量などと、対馬海峡西水道 (釜山—三島間, 1926—1911: 16年間) の密度の永年変化とは相関係数0.49—0.50で、流速にみられる相関係数よりは高くなっている。そしてこれら降水量その他の変化は、年変化には時間的遅れを以て関係しており、支那東海周辺の降水量、南方洋上の貿易風などについては、必ずしも相関を否定できないことを論じた。即ち対馬海峡を北流して日本海に入る対馬暖流には、東海方面水塊の勢力の消長と関係があることを認めている。

1—3 対馬暖流の分枝

対馬暖流固有の海水即ち対馬海流中層水は、亜熱帯次層水としての黒潮から分離したもので、この対馬海流中層水塊の分枝の位置については、色々の観測結果から考察された諸多の説がある。

宇田 (1930) は対馬海流が黒潮本流から分離する

のは屋久島南西沖なることを述べ、佐藤（奎）、梶浦等（1950）は1948年夏の対馬暖流域の観測結果から、対馬暖流が黒潮から分離し、その後は屋久島西方の泥線附近なることを述べ、また吉田（1952）は1951年6月の東海の観測結果を報告して、南西諸島と大陸棚との間を北流する黒潮は、奄美大島北西方 $29^{\circ}00'N$, $127^{\circ}30'E$ 附近で2分して、そのひとつは対馬暖流となることを述べている。他方、倉品（1952）は1952年4～5月、水路部の支那東海東部海域の海洋観測結果から、黒潮本流から対馬暖流が分枝するのは、奄美大島北西の $28^{\circ}30'N$, $127^{\circ}30'E$ 附近であると推定した。倉品はこの観測によって、 $28^{\circ}30'N$, $127^{\circ}30'E$ 附近で2分して北東流し、太平洋に抜ける黒潮本流と九州南西沖（屋久島西方、大隅群島の海域）の異水塊及び海底地形のために、 $30^{\circ}N$ $129^{\circ}E$ 附近を中心に左旋環流を生じて、その中心に冷水の湧昇がみられることを明らかにした。この渦動域は1953年以来、水産庁の対馬暖流綜合開発によって実施されている鹿児島水指の海洋観測（第2表参照）によって、その消長が知られるようになった。この左旋渦動域は第4図に示すように、サバの漁場として重要な海域で、この主漁場の要因が渦動による湧昇がもたらす生産力強化のためであることが考えられるから、定期的観測によってその変動の研究が進められることは、漁況の基礎的研究にとって重要な意味がある。

1-4 対馬海峡と暖流の週期

対馬近海の海洋調査に関しては、古くより福岡県水産試験場において玄海灘一蔵原間の東水道横断観測を大正2年（1913）9月から昭和27年（1952）2月まで38ヶ年に亘って毎月観測を行い、対馬暖流勢力消長の研究上貴重な結果を提供してきた。この玄海灘一蔵原間断面の各層観測の結果は、宇田（1942）武藤（1951）、近藤（1952）その他によって分析考察されたが、後に昭和28年初頭に至って、時の手塚場長は遂にこの膨大な資料の一括整理に着手して38年間の観測報告書を刊行したことは、対馬暖流の研究上貢献するところが大きい。この観測は大正6年以降、朝鮮総督府水産試験場が行ってきた釜山一対馬（北端の三島）間（昭和6年11月まで実施し、同年12月からは慶尚南道水産試験場担当）及び朝鮮総督府水産試験場が山口県水産試験場の協力のもとに、昭和7年1月から行った蔚崎一川尻御崎間の横断

観測とともに、日本海に流入する対馬暖流勢力の消長の研究上重要な資料を提供してきた。

即ち須田（1938）、日高・鈴木（1950）近藤（1952）等は、これらの結果から対馬暖流勢力の週期について解析を試みた。日高・鈴木は1926～1941年に亘る16年間の毎月観測結果の週期分析を行い、対馬暖流の永年変化は7年週期が最も卓越していることを明らかにした。近藤は、西水道で釜山一三島両点の20ヶ年の水温塩分の経年変化曲線から、水温では9年、塩分では10年、三島9年の周期的変化を推定した。宇田（1942）は海流勢力の消長をみるのに熱量指数 $\Delta p\theta$ の経年変化によって可能なることを論じて、対馬海峡東水道の暖流勢力の消長を福岡水試が行った大正8年から昭和17年まで24年間の5月の水温から $\Delta p\theta$ を算出して、暖流勢力の変化をみた。武藤（1951）は1929（昭和4年）～1924（昭和17年）の福岡水試観測結果の解析から、夏季水温からみて7年位の対馬暖流勢力の週期を認めている。近藤（1952）は東水道の暖流主軸部における福岡水試の St. 5 と沖島とにおいて、両点ともに11年週期なることを水温塩分変化曲線から推定した。

また須田（1938）は朝鮮総督府水試と山口県水試の協同観測の結果による川尻崎一蔚崎間断面の解析を試みて、対馬北方の日本海南部に2の渦動が季節的に出現し、季節風の強弱によってその勢力の消長があることを明らかにした。即ちこの日本海南部の渦動は、北西季節風の卓越によって発達する反流性の渦動であることを論じて、対馬海峡北部の陸棚上の漁場の構造と漁況の研究に、重要な事実を解明した。

対馬海峡においては、このように横断観測が暖流勢力の周期的変動の解析に重要な役割を果たしているのだから、同時に日本海の海況手帳上も重大なる意義をもっている。対馬暖流綜合開発調査において、山口県外海水試の観測線はこのような季節性反流の発達による渦動域の動きを観測するとともに、日本海に流入する対馬暖流の勢力を判断するうえに無くしてはならないのである。

これとともに、一方では対馬海峡の水塊分布も調査がなされた。即ち大正4年（1915）になって、水産講習所の北原多作氏等は玄海灘方面の海洋調査を試み、対馬海峡の水塊分布の調査の端緒をひらいた。

この後丸川等（1926）は、対馬海峡における海況

の変化と日本海沿岸海域の海況変化との関連を明らかにせんとし、大正12年以降対馬海峡の表面水温比重の観測（下関—釜山間）を毎月初に実施することを開始し、対馬海流が春から夏にかけて日本海沿岸に及ぼす作用が緩慢弱勢なることを知り、5月に至るも $\sigma_t = 25.50$ の分布は能登半島近海に達せず、盛夏に至って漸く能登半島沖合の中層に認められることを論じて、能登半島以北の近海漁場と、これより以南の海区との大きな海況の違いを暗示した。

なおまたマカロフ提督は、軍艦ヴィチヤズ号による対馬海峡の観測結果から、対馬海流は北東季節風の候には対馬海峡の全幅を占めて北流せず、朝鮮沿岸附近に北より南へ向う沿岸そいに低カン水塊の滞留あることを認めて、夙に冬季における対馬暖流の衰弱と気象による沿岸水塊発達に着眼していることは、この海域の開発史上に記しておくべきであろう。

1 — 5 対馬西水道底層冷水塊の消長

対馬海峡の西水道に対馬の三島沖合から朝鮮沿岸の釜山—蔚崎に亘る海域の海谷から西水道の沖合最深部に沿うて、時々日本海下層冷水塊が南下し、しばしば対馬列島の西方に及ぶことは、西田（1927）が釜山—三島間の対馬海峡西水道横断観測の結果から明らかにした。なお西田（1927）は、対馬の北方乃至北西方沖合深所にしばしば観測される日本海下層冷水塊の南延について、この日本海下層冷水塊が南方に張出すのは微々たるもので、時には北方に押出されることもあるが、概ねこれは蔚崎附近から南に延びて対馬海峡西水道に入ってくる。これは底層を南流する寒流ではなくて、時に蔚崎北方まで後退したり、また時に対馬列島西方まで張出したりする寒冷な水塊である。しかもこの底層冷水塊の発達、は西田が明らかにしたところによれば、夏から秋の7, 8, 9月に亘って勢力を増し、11, 12月頃には衰え始めて、翌年2月には全く見られなくなる。

即ち、釜山—対馬間の海溝では、100 m 以浅の上層に冬期に年間の水温低極をみるに反して、150 m より深い底層では上層水温高極期の8, 9月または10月に年間の水温低極が観測される。このことは後に宇田（1938）もまた、日本海下層大冷水塊の構成運動による南下進出すること、夏期に対馬西水道底層冷水塊の勢力強化の原因をなすことを述べた。しかしなお、時に異常の発達をみることもあつたのであ

て、例えば西田（1927）によれば、大正15年にはこの底層冷水塊の異常なる発達を見、朝鮮沿岸においては絶影島から巨済島沖合に張出し、更に対馬南端の豆酸崎西方沖まで及んだ。この時、蔚崎近海では殆んど表面近くまでこの冷水塊が占めていたために濃霧の発生を見たのであるが、絶影島附近では表面下80~90m以深にあり、対馬西方では100~150m以深の海谷部を占むる状態にあった。

かような朝鮮東南岸から西水道に時々進入する日本海下層冷水塊が発達して中層に浅に現われることが、漁業に深い関係を有することは、8月下旬から9月にかけて釜山から巨済島方面海域にかけてサバ漁業の盛況を呈するのに、このサバ漁場は方魚津以北に及ばなかったのみならず、他方では底棲魚類の棲岸著しく、タヒの大漁や近海底曳網漁業の好漁持続が見られた。

試みにこの対馬西水道の底層に張り出す日本海下層冷水塊の南下状況を、大正15年の朝鮮総督府水産試験場で実施した釜山（牧島）—三島（対馬北端）間観測によってみると、150m層で1月に5.1°C、2月に7.0°C、3月11.0°C、4月11.0°C、5月10.0°C、6月5.0°C、7月8.2°C、8月3.9°C、9月2.5°C、10月10.7°C、11月4.7°C、12月8.6°C となって、夏季に寒冷水塊の底層における優勢を示している。かような底層の水温変化に対して、塩分は1~3月の34.18 S‰（平均）から4~6月の34.25 S‰、7~9月の34.15 S‰、10~12月の34.42 S‰となり、明らかにこの冷水塊は夏季に低温低力カンを示している。

このような対馬海峡西水道の底層冷水塊の起源については、早くから種々の考察がなされ、その根源は日本海の下層冷水塊の運動に帰せられるに至った。この日本海下層冷水塊の原因については、これまた種々の研究がなされている。丸川等（1926~大正15年）は、日本海の北方から流入する寒流及び各方面沿岸域に発達する沿岸水、並に支那東海より流入する低比重水と対馬暖流水との混合によって形成され、主として200m以深に常時分布し比重、25.20~25.25 の範圍を示して、年変化極めて小さく低温である。これが常時南下底流の状態を保っていて、上層を北流する対馬暖流と密接な接触作用をなして、日本海沿岸漁場、特殊的作用をなしていることを述べている。

宇田、岡本（1930）は1918年（大正7年）より1929

年(昭和4年)までの日本近海海洋図を作製し、それによって日本近海の流れを推定したのであるが、日本海は同一の流型を有する冷水帯、寒冷冷水塊について、100m層の下層における冷水塊は、7, 8, 9月の夏季に最も濃く日本海に出現していることを述べ、更に宇田、岡本(1931)は日本海大冷水帯の性状とその運動について考究し、同冷水塊の運動は日本海の100m層において特に著しく、南下して対馬海峡を通過し、数日後に太平洋に達するところがあり、これは日本海の高底地形とこの底層大冷水塊の層状運動によるものと考え、従って海谷に沿ってこの冷水塊の分枝突出を見るので、対馬北部海域から釜山-蔚崎近海を経て対馬西水道に入る海谷部の冷水塊も亦、この底層大冷水塊の突出分枝のひとつとなることを述べた。しかもこの冷水塊の突出分枝の発生は単に海谷に沿って南下するのみで、時に表層の強流に基因する補償流としての上昇流の吸い込みがあると推察した。更に宇田(1931)は昭和7年5~6月、第1次一斉海洋調査の結果から、日本海の200m以深に存在する下層冷水塊(日本海固有冷水塊)の起源について考察を加え、同じく宇田(1936)は昭和8年10, 11月の第2次日本海一斉海洋調査の結果、釜山-蔚崎近海海谷部には常に6.0°C以下の下層冷水塊の流入し続けるを述べている。

これより先、須田(1932)は日本海の大冷水塊の起源について予想的に論じ、秋から冬に日本海が鉛直不安定の層状状態を呈する時期に、即ち水温塩分の

上下傾斜及び中点平衡時に、上層水塊の僅かな冷却によって生ずる僅かな密度の増大で、容易にその水塊は鉛直的に深層まで急速に達するような対流循環、というものを考えた。

宇田(1933)はまた日本海固有大冷水塊の起源と性状を明らかに究明した。即ち、日本海北西海域(北洋、沿海州沖合)の發素量の鉛直分布から、この方面に発素量最多域があり、これは酸素を多量に含む水塊の急速且短距離の下降運動のあることを示すものとして、この方面に日本海固有冷水生成の本源があるものとみて、なお且日本海では12~4月の冬季に対流が最も盛であって、特に0°C以下に下降する水域の塩分が上下に大差ないことなどから対流が盛なることを示し、このことが日本海固有冷水生成の機構に大きな役割のあることを述べている。結局日本海の高表面の部分的な表面水塊沈降による対流循環のために、水塊更新即ち不完全循環とこのような鉛直的な対流の他に、暖寒両水塊の潮境域に見られる湧昇流や傾斜流などにもよって、日本海特有の水塊が下層に存在するものとした。この場合、湧昇流は大陸寄りの寒流域に見られ、斜降流(沈降流)は日本列島の暖流域下層に向う水塊の沈降が知られている。このような成因の日本海底層の固有冷水塊はその横転によって南下進出して釜山対馬海溝に進出するが、この固有冷水の南進は夏季に最も強いことを論じた。

§ 2. 東海、対馬海峡方面水産海洋調査*

2-1 海洋調査の基本方針

水産に関する海洋調査は海洋学の一部であって、その生態学的意味については辻田(1952)**の論議があり、また既に Clements, F. E. and V. E. Shelford (1939)***は海洋生態学と密接な関係の中で次のように述べて、水産における漁獲量が重要水族の生態研究のために活用されるべきことを暗示している。即ち「海の環境区 Marine habitat の物理的要素と、この要素に対する生物の反応を観測する限りにおいては、海洋学は明らかに生態学である。」

対馬暖流域の資源環境、海況漁況並に漁場の開発

に関する海洋調査の意義と方法及び研究の進め方もこのような生態学的研究の立場にたって推進することが妥当と考える。即ち海洋調査は、対馬暖流域の海況漁況及び水族の生態に関する研究のひとつの手段として、海洋調査によって、漁況が構成される要因のうちの自然的要因(現場漁況論の項参照)の分析を行い、更にその要因と対馬暖流勢力の消長との関係を明らかにして、対馬暖流水系が維持する各種重要水族の生物集団、生物社会及び漁況などの変動の基体を総合的に知るのを目的とする。特に重点的には、対馬暖流域ではイワシ類、アズ、サバ、イ

* 主として辻田：対馬暖流水域開発海況漁況調査計画(昭和28年度案)による。

** 辻田, 1952. 水産に関する海洋調査とその生態学的意義 第3回西日本海洋調査技術連絡会報告

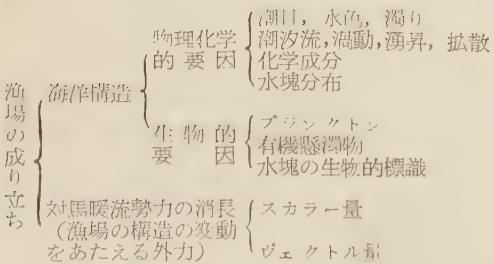
*** Clements, F. E. and V. E. Shelford, 1939. Bio-Ecology. London.

カ、ブリ、サンマなどが重要であるから、それらの漁場の物理的・化学的並に生物的要因を研究して、対馬暖流をひとつの大きな環境区と考えた場合の生態系の構造、特に漁業の面からみて生産系における各栄養階層の相互の連関 **Population consequence*** 又は **Consequence of trophic level** を明らかにして、このような系（生物系）即ち生態系における各階層関係の変動にあたえる外部環境の變化の作用、即ち対馬暖流の海洋条件の変動の生態学的意味を明らかにすることを目標とする。これが知られると、漁況と漁況が判然としてくるとともに、資源の生態的環境が明らかになってくる。

2-2 観測調査実施の方法

海洋調査による漁況の要因分析に当って、この要素としては水塊分布による漁場の構成、即ち漁場の海洋構造と、この基本的な漁場の物理的（空間的）構造が、対馬暖流の勢力の消長によって如何様に変動するかを知ろうとする方法がある。即ち対馬暖流の勢力の消長は、このような漁場の基本的な構造の変化に及ぼす物理的作用と、いまひとつは酸素その他生理的・生態的意味の深い非保存成分 **Nonconservative property** の分布の變化が生物に及ぼす作用の變化との、2 の面を通じて考察される。

漁場の成り立ちとその動きに対して、このような働きをする要素は、重要魚類の生態と漁況の研究を行う場合には、更にその要素の働きとして生物的環境要因と物理的環境要因を考えねばならない。ここで言う生理生態的環境要因は第1式（後述）にあたえられた要素の生物学的變化率を通して、 $\partial s / \partial t$ が他の **Population** にあたえる影響を言う。以上の考によって海洋調査に必要な諸要素と、それら要素より成り立つ現象の、漁況要素としての関連を示すと次のようになる。



註：漁況の構成については既に論じた。そのなか

の自然的要素のひとつが漁場の海洋構造である。

漁場の海洋構造を知るための精密な海洋調査においては、対象とする魚類の生態を研究する目的に合致した海洋観測の手段が必要であるから、漁場となる海域の魚群の来遊時期、滞留期間、それらの局所的な動きを知るために、漁船の動きは特に注目しておくとともに、漁撈法の研究の生物学的基礎として海洋調査実施中における漁場の魚群の組成、群の行動（例えば灯付き、浮上り、餌付きなど）など、同時に調査する方法を併せた海洋調査を実施する。この実施に当っては、海洋調査の作業系統を海洋構造を知るための精密海洋調査と、この構造の動きに影響をあたえる暖流勢力の消長を知るための定期海洋観測の2の系統に大別して実施する必要がある。

i. 漁場の海洋構造の観測

漁場の微細な成り立ちを知る目的で、精密な海洋調査を必要とする。この海洋調査は主要漁場について漁業が始る直前、盛漁期、及び終漁期、の少なくとも3回は実施することが必要であるとともに、対馬暖流勢力の消長と対照して考察するほかに、異常漁況や暖流の異常勢力、異常気象の時も行う。

その目的とするところは、渦動の実体、湧昇の強弱、潮目の消長や位置の動き、**Plankton** の特徴、有機懸濁物や濁りの分布を明らかにして、それらと魚群の集合条件、滞留、産卵場、仔魚の生長などとの関係を求める。この他に対馬暖流側縁の擾動域の探測も随時実施して、新漁場の開発や資源の添加に重要な海域の調査をなす。なおまた必要に応じて、産卵場、卵の **Patch** の形成区域、仔魚分布の水塊探査を行う。

例えば辻田（1950）は* 1949年12月中旬に対馬列島周辺に33点の観測点を設けて各層海洋観測をなし対馬のイワシ、サバ漁場が地形性の渦動域にあること、漁場の移動が潮目の移動と一致して移動すること、潮目の分布とその成因などを明らかにして、漁場の海洋構造の著明なる例を実証した。（第7図参照）。更に辻田（1954）は春（1953年4月下旬～5月上旬）の漁場の構造の観測を再び行って、前回と同じ状況を把握した。後に川上（1954）は辻田が提称した対馬東水道のサバ漁場における巾着網漁船の操業位置が、悉くその渦動域内に分布することを明らかにした。

* Cole, L. C., 1954, Quart. Rev. Biol., Vol. 29, No. 2.

南下する魚群の移動と海況の関係を知る。上層に支那東海系低カン水塊をもつこの海域は魚群の生態上重要と思われる。

山口水試 毎月

2. 玄海島—敵原—沖島—博多………定線Ⅱ

対馬海峡東水道の暖流勢力の変動並びに同水道と玄海灘の漁場海況を知るとともに、魚卵、稚仔の発生を調べる。特に玄海灘沿岸水の発達や衰弱と漁況、特に対馬東水道漁場の漁況とは密接な関係がある。

福岡水試 毎月

3. 唐津—玄海灘—郷ノ浦—宇久島—神崎—敵原—二神島—唐津………定線Ⅲ

主として上五島北部、壱岐水道一帯の沿岸水塊と暖流との関係を把握する。殊に二神島と壱岐水道の間に顕著に現われる潮境の消長は大羽イワシの漁場形成に重要である。また春季この海域にはマイワシ卵、稚魚が集合し生長するので、イワシの産卵発育に重要な海域である。

佐賀水試 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12月

4. 対馬—涇州島東60哩点—白瀬—ソコトラロック間………定線Ⅳ

五島列島沖合の対馬暖流が90°北東に転流し、また黄海暖流が分枝する海域である。本流とこの枝流の勢力関係及び流軸の東西変動を調べるとともに、涇州島漁場に対する暖流の作用を推測する。特にこの漁場の躍層の状況、サバの餌料 Plankton の研究も必要である。

西海区水研

福岡水試 4, 6, 8, 10月

5. 野母崎—男女群島—大瀬崎—西南西200哩—南へ60哩—上甕島—長崎………定線Ⅴ

対馬暖流の九州西方海域における流軸の動きは九州西方近海の渦動、地形性の上昇流、東部西部の大陸沿岸水塊の東方への張出しと暖流との混合機構、などに大きく影響し、漁況に関係することが著しい。また東海沿岸性水塊の消長が対馬暖流の流軸の動きに影響をあたえるから、東海—漁場の構造の変動を知るのに必要な観測の課題である。そしてまた、対馬暖流の流帯の動きは五島灘方面のイワシ、サバ、アザなどの Nursery ground としての環境の変化にも関係があるので、この点からも、この海域の観測は必要である。また観測

に当っては海底地形の調査を音探によって行い、サバ群の集合と海底地形特に海底隆起の関係を調査する。

長崎水試 1, 3, 5, 7, 9月

6. 牛深—黄島（五島）—野母崎—牛深………定線Ⅵ

五島—天草—男女群島間海域には特に秋から春にかけて顕著に反流が観測され（50m以深には常に右旋環流が認められる）、この反流は沖合暖水の堆積を来すから、これと五島天草近海の冬季沿岸水塊の発達によって、顕著な沿岸前線が現われて、イワン漁場の形成や産卵場の分布を支配する。また季節風連吹による野母天草沖の離岸流の発達（風の2次的作用）、表層南流と沿岸水塊の発達状況などを観測して、産卵、稚魚の発生とそれらの接岸分布と海況の関係を研究する。なおまた夏の二重潮の研究、干渉などにも役立つ。

熊本水試

7. 上甕島—男女群島………定線Ⅶ

主として反流（右旋環流）の北東分枝と南下部の Profile を見るとともに、イワシ、ブリなどの産卵、稚魚の分布と海況の関係を調べる。

鹿児島県北薩水指 1~6, 8, 10, 12月

8. 野間岬—宇治群島—延長50哩………定線Ⅷ

宇治群島を中心とする海域一帯は海況複雑し、反流や海底地形による大小の湧昇、上昇流域が散在して、生態学的にも生物現存量が大きく、また漁業上にも重要な海域で、開発の基礎調査を必要とする海域である。この定線では反流南端部の湧昇の強弱、潮境の変動を観測し、暖流勢力、反流勢力の関係を調べる。

鹿児島県南水試 隔月

9. 開聞岬—屋久島—横当島—西沖………定線Ⅸ

黒潮が東海から太平洋側へ転流する部分の諸要素の Profile を観測するとともに、この一帯が対馬暖流系のイワシ、サバと太平洋黒潮系のイワシサバの系統約縁縁関係の研究上重要で Ecoline 調査の重要な海域である。このために必要な、生態学上の重要海域である。

鹿児島県南水試 隔月

10. 屋久島より西沖285哩………定線Ⅹ

黒潮本流が転流する部分の断面と対馬暖流の根基部における海洋要素分布の Profile 及びこれと

東海沿岸水塊との混合機構，特に大陸棚縁海線の
水塊混合の観測

西海区水研 6, 11月

11. 東海南部，魚釣島近海………定線Ⅱ

沖永良部島—西280哩久米島—西215哩—宮古島
—北西180哩 東海の南部，特に魚釣島近海を中心
とするサバ漁場の海況，サバの産卵調査，稚魚採
集など行う。また黒潮と中間暖水並に冬季南部に
伸びる東海の沿岸性水塊との相互関係を調べる。

福岡水試

長崎水試

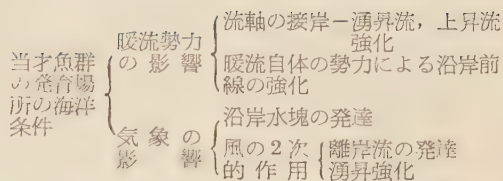
鹿児島大学

大体以上のような観測を行えば，東海から日本海
南端までの対馬暖流域の漁場の構造の骨子と漁況要
素の一端，並びに対馬暖流の消長との関係が知られ
る。過去3ヶ年間の経過と一部の成果は既に前述の
通りであるが，ここに挙げた各線観測の実施状況を
簡単に示せば第2表の通りである。

2-3 漁況の調査方式

漁況の調査は，漁況を潜在漁況と現場漁況の2の
内容に分けて，その方法と実施を考えねばならな
い。潜在漁況は水系全体の資源の変動を集団動態の
研究から推測するのであるが，この他に魚類の潜在
的生産から推定する方法も考えられる。現在漁況に
ついては水系の中の部分的な環境の変化による魚群
の来游条件とか，漁場の海況変化（海洋構造や水塊
の性質の変化など）と漁獲状況の変化などを知ること
が必要であるが，殊に漁場の栄養動態の調査は魚
群の滞留や漁獲の条件を知るのに必要である。こう
いう意味から，漁場の海洋調査を実施するに当って
生物現存量の調査を考慮する。以上の漁況の類別に
従って，漁況研究を目的とする調査の主な内容と
作用の関係を示せば次のようである。

潜在漁況	{	集団動態の研究………陸上調査による
		潜在的生産………毎尾調査と食性調 量の研究 査による
現場漁況	{	現場の海洋構造の変動を調べる
		水塊の連続的变化（季節変化）と魚群の 移動状況を知る
		漁場における漁獲物組成の変化と水塊の 変質
		当才魚群の接岸及び滞留の生態的要因の 研究 魚群の滞留とその漁場における生産系の 特徴の研究



特に湧昇や沿岸水塊の発達，餌料の生産条件
と関係が深い。

以上のようなことから，次のような方法を実施す
る。

1. 漁場及び当才魚群滞留海域の海洋調査
2. 一斉海洋調査時期を中心にして，日を単位に
広域に亘って漁種別漁獲高，漁況（操業位置，
時刻，漁獲物組成，魚探記録の蒐集）の調査報
告をもとにして（カード調査などの方法による）
総合的な広域の海況漁況調査を行う。
3. 魚市その他の場所において，漁場及び漁獲物
組成と漁獲量を適確迅速に知る。漁船からの聞
込み調査も併行する。
4. 漁船に便乗して操業の実況（漁場の位置，漁
獲物組成，食性，漁具漁法，海洋条件）などを
調べる。
5. 音探記録の蒐集解析
6. 依託調査船を決めて漁況の推移（漁場，漁獲
物組成，漁獲量など）と，潮流，水色，水温，
食性などの調査報告を受ける。出来得れば毎出
漁時の海況概要，出漁船数，漁場の中心位置，
その移動と潮流の関係魚群の動きなどの報告を
集める。
7. 必要に応じて調査船を運航して，盛漁期の漁
場調査，漁獲物調査，あるいは異常漁況の漁場
調査など行う。
8. 沿岸の当才魚群の漁況調査（統計，聞込み調
査，漁船便乗などによる）を行う。

以上のような方法を骨子として，対馬暖流総合開
発の海上観測漁場調査を始めた。勿論稚魚採集，魚
卵の採集は同時に実施するのである。

昭和 29 年 (1954)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
山	期 間 観測点数 備考		23~24 17		10~16 16	3 27	13~15 17	15~16 20	6~9 27	5~9 27	観測船上 架のた 中 止	9~12 27	大羽鰯調 査多忙の ため中止
瀬 戸 内 海	支 海 灘 期 間 観測点数 備考	8~12 16	8~10 16	3~7 16	19~23 17	10~12 16	4~5 16	6~7 16	6~7 16	6~9 16	13~15 16	4~6 16	1~4 16
	東 海 期 間 観測点数 備考					13~16 16			26~31 16		22~24 16		
佐 賀	期 間 観測点数 備考	18~20 23	8~11 23	5 23	15~19 23	2~3 10~14 23	15~18 24	1~6 24	2~5 24		8~13 24	1~4 24	1~12 24
	沿 岸 期 間 観測点数 備考	13~27 46	2月23日~3月3日 41	6~15 39	長水丸 真浦丸	7~17 47	10~21 42	19~23 25	4~10 47	20~22 17	1~6 14	10~91 34	10~17 9
崎 門	東 海 期 間 観測点数 備考					5月26日~6月4日 37				9月27日~10月2日 30			
	熊 本 期 間 観測点数 備考	12~16 41	9~13 41	15~20 33	1~15 41	1~2 5~7 33	11~15 41	15~16 21~23 41	6~9 41	17~24 41	7~11 39	12~17 39	4~5 17~18 33
北 薩	期 間 観測点数 備考	5~12 26	8~9 15~17 26	3~6 26	1~3 26	1~4 37	3~5 37	15~18 37	8~10 26	1~3 26	9月30日 10月4日 26	10月31日 11月3日 37	3~5 26
	鹿 兒 島 期 間 観測点数 備考	15~21 27		6~17 27		1~9 27		10~13 1		2~6 25		2~10 15	
南 薩	期 間 観測点数 備考	16~19 21	23~24 21		1~3 19		16~18 12		1~3 19		5~8 19		11月29日 12月1日 19

昭和31年(1956)

§ 3. 水塊分布と漁場の海洋学的構造

3-1 生態要素の分布からみた漁場の成立条件

漁場を生態学的に考察すると、その漁期には目的とする生物が多量集合して、物質の転移、エネルギーの変化が大きい。それは次のような2の観点から解析され、その状態の内容が把握される。

そのひとつは、これを生態系に関連づけてみる時は、この漁場ではエネルギーの転移 dE/dt が極めて大きく進行している空間である。その2は、海洋要素のうちで特に漁業生物に大きな関係をもつ非保存成分の生物学的変化率、即ち(1)式の項 R が、周囲の水塊よりも大きい値をとる空間である。

海洋の中で、第1の dE/dt が極めて大きい水域でまた海洋要素の濃度の生物学的変化率 R が大きな値をとる条件としては、次のようなものがあげられる。

- i. 水平流、特に沿岸水の移流混合
- ii. 湧昇、動渦(左旋)、対流
- iii. 有機物が光合成層で分解することによる再生産への転換

このような条件の海域は、輸送される海洋要素 S の分布傾度、即ち海中の x, y, z の3次元空間において、 $\partial s/\partial x, \partial s/\partial y, \partial s/\partial z$ の大きい空間が漁場の構成上必要で、これは海洋要素の不連続層として海洋観測によって認められる。そして、このような不連続層が、ある種の生物に対して生理的に刺激作用をするような場合には、前節で述べたように漁場構成の物理的条件をあたえ、漁場の空間的な構造が現わされる。この構造を現わす要因は、上にあげた(i), (ii)の海の条件にみられる。このような条件の海域としては、九州西方では第4図に模式的に示したような海潮流、渦動域、上昇、湧昇域があげられる。漁場の性質を理解する方法に関して、その海域の構造について解析を行うことが必要であることは、Carruthers (1951)* によって先験的に論じられ、Oceanographic structure によって漁場の物理的条件を把握しようと試みた。その後 Pollak (1951) (Water structure)** Pritchard (1952) (Physical structure)*** は、海洋研究において立体的な構造とその変動を論じて、海域の内部の認識のひとつの方法を提唱し、辻田(1952)は九州西

海域漁場の観測から、漁場にはスカラー量の観測によって得られた分布から知られる構造があることを明らかにして、それが漁場の物理的構成条件の一端とみなされることを述べた。

漁場は水産生物が人間の手に移る海の部分で、この海の1部分がもつ経済的価値は、目的とする生物の群の大きさ及びその変動の仕方によって決まり、それが漁況の自然条件のひとつとなる。即ち、その海の部分が単一の生物群の生活空間としての構造特徴をもっているか、あるいは幾つかの種が同時に生活の空間として共有し得る物理的並びに生物的特質とそれらの分布にもとづく構造が認められる海域であるか、あるいはまたある種のなわ張りが構成されてそれが時間的に持続されるのか、または幾つかの種のなわ張りとなる水塊が交互に形成されて、そのような状態が持続されるのか、色々な考察の進め方があ

る。このようなことが海洋学的に、また生態学的に観測研究されることによって、漁場とは諸多の海洋要素が如何に分布し、また変化する海域であるか知られる。従ってまた漁況の自然的要素のひとつである環境要素としての作用力をもつ保存成分が示す構造(例えば Temperature structure, Salinity structure など)、非保存成分が示す構造特徴などが、どう言う変動をして、漁況の人為的要素である漁獲と結びつくか、などのことが科学的に明らかにされてはじめて、漁況の条件が明らかとなり、その予察が可能となってくる。海洋の諸種の成分の測定によって知られる漁場水塊の出現、消滅及びその間の変化の状態などは、ある漁業目的の生物にとっては外発的要因であって、海洋学的にはそれらは水塊の質量分布の変化をもつて力学的条件とみるから、この点からすれば質量分布に変化をあたえる気温、降水及び日照など漁場の自然条件の変化に主要な働きをする。

以上のような所見にもとづいて、1947年以来西日本近海を観測して明らかにすることのできた主要漁場の海洋学的構造について、あらましを述べよう。(第4図参照)

* Carruthers, J. N., 1951. Journ. Mar. Res., Vol. 10, No. 1.

** Pollak, M. J., 1951. Journ. Mar., Res., Vol. 10, No. 1.

*** Pritchard, D. W., 1952. Journ., Mar. Res., Vol. 11, No. 2.

1. 対馬漁場

対馬列島は九州と朝鮮半島の間に概ね南北に走る上下2の細長い主島より成り、これに対馬暖流が南方から衝突して漁礁を形成している。この状況はあたかもひとつの流れが固体に当って出来る乱流にみられる渦動や潮目の存在と同じことが想定される。このような予想と実況がどうなっているかを知るために、1949年12月中旬と1953年4月下旬の2回、対馬列島周辺の海洋観測を行って、その構造を次のように知ることができた。(第7図参照)

対馬の南端豆岐崎前面の可なり海岸に近く潮目の群がみられる。これらは勿論潮汐流によっても状態は変化するが、この潮目群が対馬漁礁前面の特徴である。対馬列島の西岸は東側よりも暖流が接近して北流し、棹尾崎ではこの一部は中層に潜入して佐須奈湾で右旋して再び棹尾崎附近に上昇して沖合え向う離岸流となる。こゝに顕著な潮目が形成され、従ってこゝには二重潮が常時存在することになる(別項二重潮参照)。この附近は160m以深には高カン低温の水塊があり、その上に高温高カン水塊が中層水として潜入し、最上層には低温低カン水がある(冬季)。かようにして対馬の佐須奈湾北西沖には3層の層状がみられる。

対馬上島の北東沖合には大きな渦動域があつて、舌ノ崎から東方沖合え顕著な潮目が伸びている。この潮目の成因としては、その両側に渦動域が存在しその渦動は潮汐流によって勢力が変動し、漲潮時流線は発散し、落潮時収斂する水の運動によって潮目が出来ている。従って漁師も言うように、この潮目は落潮時の方が顕著にみられる。この潮目はちょうど流れの後面に出来る両側の渦巻の境界に相当するものと思われる。右側の渦動域に相当する比田勝湾口から佐賀附近までの沿岸海域には、漲潮時南流し落潮時北流する潮流があるが、特に漲潮時南流する場合の水塊は大潮時には上島下島境界の黒島附近まで張り出して、こゝから沖島方向に弱い潮目を形成する。小潮の時はこの潮目の位置は琴村一重附近になる。かように、この潮目は大潮小潮で南北に移動するので、この渦動域内の漁場特に冬から春のサバ漁期には、漁場の中心も亦南北に移動する。対馬のサバ漁場が月令によって南北に移動するのは、このように月令によって潮目が移動するのと同様があるものと思われる。

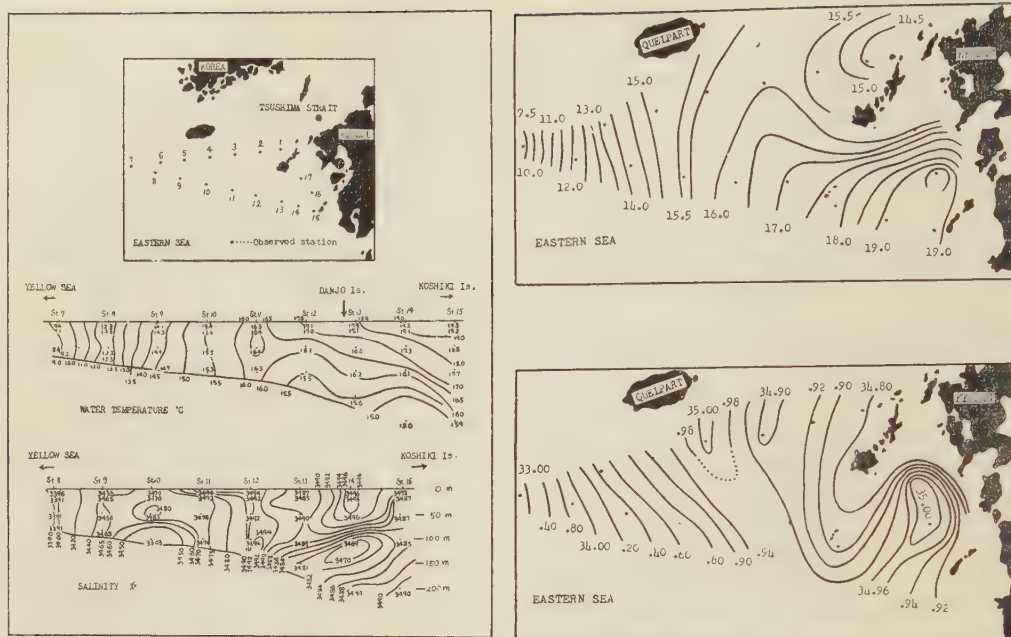
2. 生月漁場

生月の漁場は九州西海域の漁場のうちでは非常に早くから開拓され、漁業の歴史は古く、十数年前までは股賑を極めたところである。この漁場が科学的に調査を始められたのは1947年辻田、加藤、南日等による。

生月島の西方沖合の対馬暖流水塊は直接この海区に入らず、北部寄りに的大島と度島の間を東流するが、この主勢力は低潮後約3時から高潮後3時間、西流は高潮後3時間より低潮後3時間の間を流れ、この大島瀬戸を流れる水塊は東西両流ともに、生月前面の水塊と混合する割合は非常に小さい。度島と平戸島との間、特に横島と平戸との間の白嶽瀬戸では東流(伊万里湾沖方向)は低潮後約3時間より高潮後3時間の間、西流即ち伊万里湾口方面より流入する流れは、高潮後3時間より低潮後3時間の間を流れる。この漁場の南端の生月瀬戸では、北流即ちこゝに流入する流れは低潮後約3時間より高潮後3時間に流れ(漲潮流)、その主勢力は生月島寄りを北流して、生月島北端附近で東に転向して大島瀬戸の方に流れる。落潮流即ち生月瀬戸の南下流は高潮後約3時間から低潮後3時間に亘って流れるが、その主勢力は白嶽瀬戸を通して同時刻に入り込んで来る伊万里湾口沖合の水塊である。かようにして、生月瀬戸、白嶽瀬戸の潮流は恰もピストンの如き作用をして、結局生月島前面の漁場に時計式方向の環流を形成している。そしてその漁場の水質は伊万里湾口沖合に近似したものである。そして、この環流域に魚群は滞留するとともに、その周辺には定置網漁場が発達している。

3. 五島列島天草近海

五島列島は西方沖合に対馬暖流が北流して、暖水性回游水族の接岸を容易にし、これに加うるにこの列島西側の海岸地形は複雑で屈曲著しく、接岸した水族が海岸線に併行して回游するのに充分な時間をあたえる。沖合の暖流水塊は下五島寄りに著しく接近して対馬列島西岸に似た状況を示すが、上五島の青方沖合では西方から舌状に沖合水が接近し、底層水塊の上昇がみられる(1947年4月観測、宇田、辻田他)。五島灘には五島列島南部の男女群島方面から対馬暖流の分派が右旋して流入し、こゝに大きな右旋環流を形成している。従ってこの海域には常に対馬暖流水塊の堆積沈降がみられることになる。例えば第8図にはこの状態を示した。この暖水の環流は50m以深では常時みられ、上層も特に冬季には環



第 8 図 九州西方沖合の海節 Segment における対馬暖流と男女群島一天草海域の右巻渦動，暖水堆積を示す

Figure 8. Horizontal distribution of surface temperature in a segment of the northern part of the East China Sea crossing the Tsushima Current, showing an anticyclonic circulation accumulating the warm water in the Sea of Goto Nada in winter. Dots indicate positions of observations.

流が顕著であるが，夏季にも時には南下流が明瞭となること海流瓶による調査で明らかになった。

この右巻環流は特に五島天草海域のイワシ漁場の形成に重要な作用をしており，冬季における環流の強弱は大羽イワシの漁況にも影響するものようである。近年大羽マイワシの漁場における游泳層の調査によれば，マイワシ親魚群はこの50m以深の暖水塊を **Habitat** としていることが明らかになった。そしてこのマイワシ親魚は沿岸水塊の **Wind stirred layer** の発達した水塊には入って来ない。この暖水塊と冬の沿岸水塊との潮境は第4表にも示したように，大陸棚縁海域に顕著に発達し，大羽マイワシの漁場形成の要因をなしている。そして暖水環流の強弱は対馬暖流の強弱とともに，その流軸の東西偏寄にも関連している。

3-2 渦動とサバ，イワシ漁場

漁場には何らかの海洋学的な構造があることは一般に知られているところで，西日本近海から東海に亘る海域にみられるその構造特徴は前節に述べた通りである。それらの海洋学的構造においては，如何

なる生態要素が魚群の回游滞留と結びついているか，ということに関しては，更に魚の生理条件と環境の分析が必要であるが，広い海域において漁場の空間的な位置を示す標識となる要素が，海洋学的な構造の成分によってあたえられることは明らかで，ここにはそれを証明する例として対馬のイワシ，サバ漁場と，東海のサバ漁場の成り立ちが渦動と関連あることを述べる。

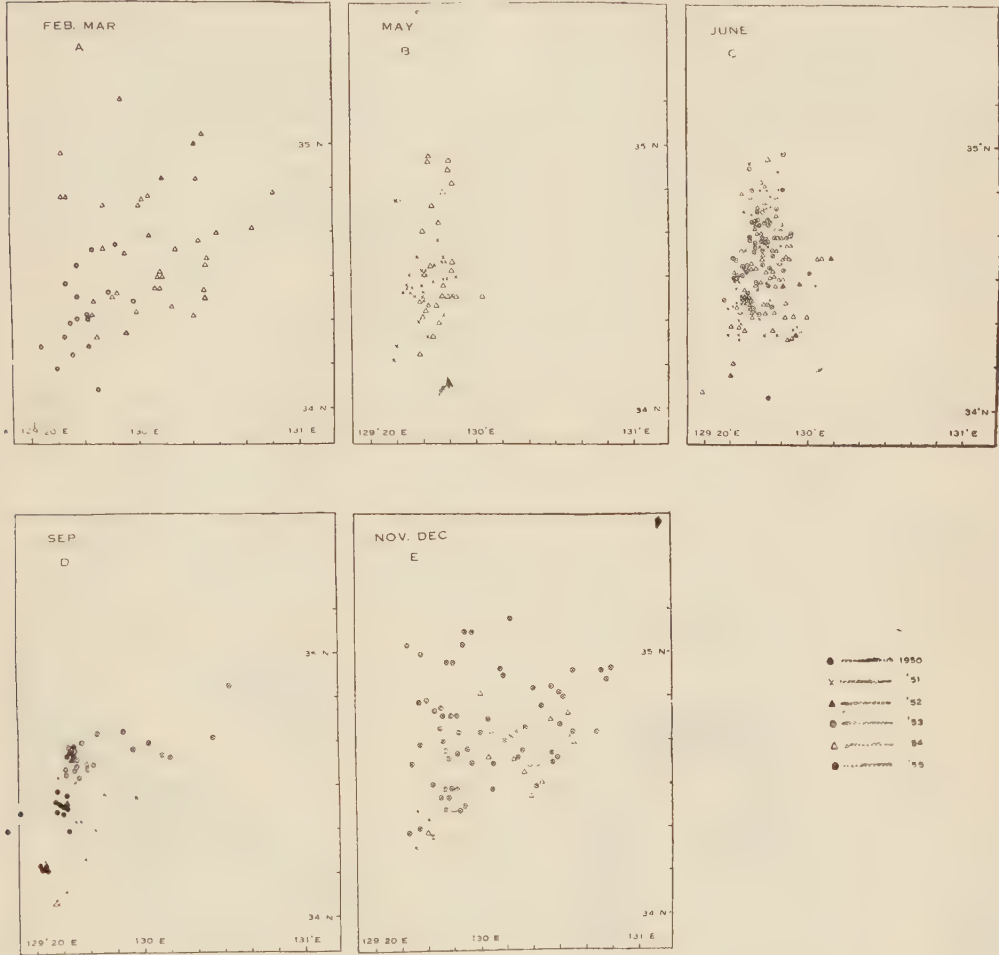
1. 対馬のイワシ，サバ漁場と渦動

対馬海峡の渦動域は第7図に示したように，主として対馬列島の上下両島の境界附近から **NNE** 方向に伸びる潮目の北側で，主として上島東方海域（流れの後面 **Wake** 内に出来る渦動対）に限られる。

この海域は対馬暖流が対馬列島に当たって，その後面に出来る **Wake** 内にみられる渦動対のひとつで（辻田，1954 a, 1954 b），ゆるやかな反時計式の環流をなし，冬季著しい暖流の衰弱と沿岸冷水塊が発達する時期を除いては明瞭に認められ，この渦動域はイワシ，サバの漁場となる。

対馬東方の海域でイワシ、サバ巾着網漁船が多数集合して操業するようになったのは、1950年からはある。この年から西瀛区水産研究所で行われている

標本船調査において、漁船から得られる報告に基いて、1950年から1955年までの6年間の各月別に、個々の標本船の操業漁獲位置を図に入れて示せば第9



第9図 (A-E) 対馬列島北東渦動域の漁場とその季節的变化

Figure 9. (A-E). Distributions of the fishing positions of the purse-seine boats in a pair of eddies in the wake of the Tsushima Islands during the years 1950-1955.

図A～Eのようになる。

これらの図によると、概ね対馬上島の沿岸の東経 $129^{\circ}30'E$ から沖合 $130^{\circ}40'E$ までの海域が主漁場で、各船の操業位置はこの範囲内に入ってしまう。また南北にみると北緯 $34^{\circ}10'N$ から $35^{\circ}00'N$ に至っており、特にその中心をなすのは $129^{\circ}30'E \sim 130^{\circ}00'E$, $34^{\circ}20'N \sim 34^{\circ}50'N$ に区劃される海域で、ちょうど対馬列島の流れに対して後面に当る渦動域(第7図参照)と一致する。

しかしこの漁場の大きさは季節によって拡大したり縮小したりする。即ち冬季の漁場の中心は第9-A図に示すように、2月, 3月には北緯 $34^{\circ}10'N$ から $35^{\circ}00'N$, 東経 $129^{\circ}30'E$ から $130^{\circ}40'E$ の範囲に分布し、5月になると漁場は極端に沿岸近くに縮小し(第9-B図), 6月もほぼ同じ操業範囲を示し(第9-C図), 両月とも北緯 $34^{\circ}10'N$ から $35^{\circ}00'N$ に至る南北に長く、東西には東経 $129^{\circ}30'E$ から $130^{\circ}00'E$ の狭い海区で、対馬列島の上島沿

岸に平行して漁場が形成されている。この漁期には産卵後のマイワシ、大、中型のアジ、サバが主な漁獲物となっている。9月には第9-D図に見るように、漁場の中心は概ね5月、6月と同じであるが、稍北東沖合の方へ拡大の微候がみられる。特に1955年に至って沖合操業の傾向がみられるが、この漁獲物は中、小型のアジ、サバであった。11、12月には9月に拡大した海区を中心に漁場は東西に拡がり、北緯 $34^{\circ}20'N \sim 35^{\circ}10'N$ と東経 $129^{\circ}30'E \sim 130^{\circ}50'E$ の範囲に拡大している。(第9-E図参照)

以上の状況から漁場の動きの大勢をみると、夏季には漁場は沿岸に接近して南北に細長く出漁範囲が形成され、冬季には南北方向にも東西方向の沖合にも漁場は拡大している。しかし、いずれの場合でも渦動域である。

2. 東海のサバ漁場と渦動

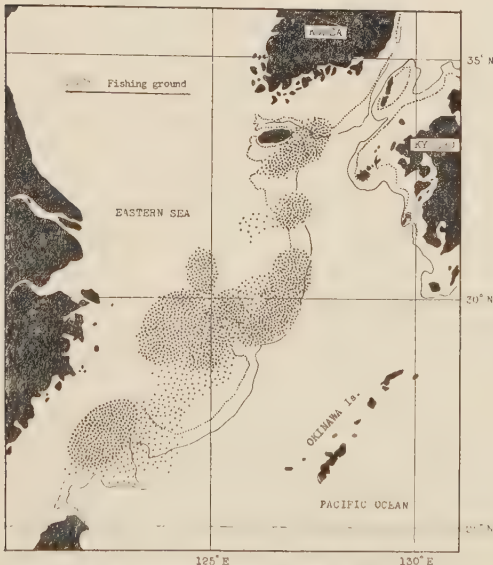
東海にはマサバ、ゴマサバとともにアジも分布しているが、マサバとゴマサバは可なりはっきり棲み分けをしている。マサバはどちらかというと冷水塊を棲所 Habitat としているが、ゴマサバは沿岸前線と沖合前線の中間水域または冷水塊と黒潮水塊との潮境の外側帯に分布し、大部は南北に季節的移動をするが、東海南部ではむしろ大陸沿岸と沖合との

向岸離岸運動をするらしい。しかしゴマサバの主たる棲息域は冷水塊の中心が最も長期間分布する北緯 $30^{\circ}N$ 以南の海域であって、この東海南部海域で1～5月末までの期間に産卵が行われる。そして北緯 $29^{\circ}30'N$ 東経 $126^{\circ}30'E$ 附近まで延びてきた冷水舌は6月以降急速に衰弱するが、この冷水舌がゴマサバの北上に大きな環状渦壁の作用をしている。

ゴマサバの漁場は1950年以来調査したところでは(主としてサバはね釣り船)、第10図に示すように奄美大島の西方東海中央部で、中間暖水(第4図参照)の東側、冷水塊と暖水塊の混合域に、北東から南西に分布する。

いま黒潮をひとつの乱流ジェット流とみなすと、模式的にはその Shearing zone がゴマサバ漁場となっているようである。

また夏季黒潮水塊が大陸棚上に拡がる時期即ち冷水塊の衰弱後退の過程では、東経 $125^{\circ}E \sim 127^{\circ}30'E$ の間で、北緯 $29^{\circ}30'N$ の線を中心に、クチミノセから小海谷上一帯において著し、前線が出来て、この両側に渦動がみられる。第11図には G.E.K. で観測した表層の海流の状態を示した、長崎海洋気象台観測) この海域は前掲の第10図でも知るように、



第10図 東支那海近年のサバ漁場(主としてゴマサバ)模式図

Figure 10. Schematic chart of distributions of the mackerel fishing grounds in the East China Sea.



第11図 東支那海の夏期表層流1例(1956年7-8月)長崎海洋気象台G.E.K.観測

Figure 11. Surface current in the East China Sea based on the GEK observation on board the research vessel "Shumpu-Maru" of the Nagasaki M. O. in June-July, 1956.

サバの漁場である。

かように、その意味は如何に関わり、到底潮上は混動と急流の位置には第一関係ないからって、漁場探索には潮境、潮目とともに混動に注目する必要がある。

3-3 イワシ、サバ漁場の二重潮

1947年頃より九州西海域では急激にイワシ揚繰網漁業が勃興し、イワシ業者は益々発展の一途をたどり、また漁業者も大いに技術の改良に努めた。しかし好漁にもかかわらず悪潮流のために漁網の破損流失による甚大なる被害が毎年繰り返され、由緒長い漁業

者間の重大問題となった。その原因は、初期には漁網など資材の古さや粗悪に因ることも大きな災害原因と思われていたが、その後漁網の諸材料には急速なる質の改良がみられたにもかかわらず、依然として網の破損流失などの被害は解消されない。そして、その被害額も西日本では年間数億に達することがある。その原因としては、根本的には漁場の悪潮流によることが一般の認めるところとなった。それは二重潮である。

宇田(1949)、辻田(1949)は、漁場の海洋気象に関する研究課題のひとつとして、海の防災研究の

第3表 1948年野母沖二重潮観測(エクマン・メルトス流測計による)

記流観測時各層の水温、塩分及び酸素消費量

位置 32°35'2" N 129°23'5" E

第1日 (8月30日)

観測層 (m)	観測時刻	水 温 (C)	塩 分 (‰)	有機物 酸素消費量(mg/l)
0	20 h 15 m	24.4	33.21	1.84
10	20 h 10 m	26.44	33.21	2.21
25	20 h 55 m	25.80	33.28	1.62
50	20 h 18 m	21.77	34.26	1.23
95	20 h 38 m	25.25 (?)	33.21 (?)	1.63

第2日 (8月31日)

20	2 h 40 m	26.01	33.28	1.46
40	3 h 20 m	22.16	34.17	0.88
75	3 h 27 m	18.06	32.79 (?)	1.34

二重潮流観測結果(各層)

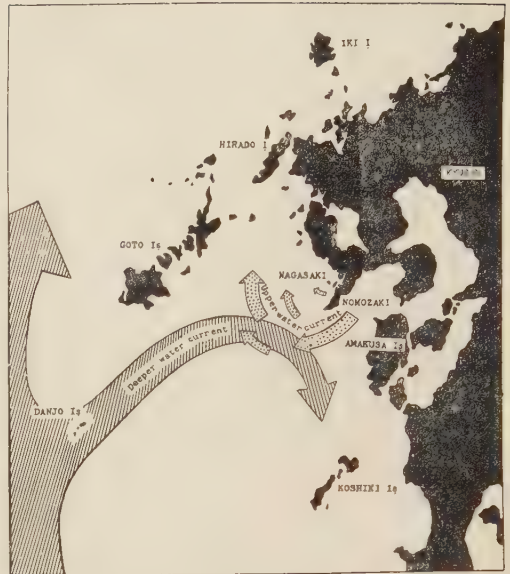
水深 109m 野母崎 19W 1948年8月30日~31日

深 さ (m)	時 刻	速 度 cm/sec	方 向 (度)
1	21h ~ 34m	0.1	270 (W)
1	21 ~ 48	22.0	296 (WNW)
5	22 ~ 03	26.8	
5	22 ~ 17	26.0	307 (NW)
10	22 ~ 45	17.0	317 (NW)
10	23 ~ 03	45.7	312 (NW)
20	23 ~ 37	41.7	273 (W)
30	1 ~ 32	22.5	80 (E)
40	1 ~ 50	88.5	19 (NNE)
40	2 ~ 30	83.6	18 (NNE)

めに二重潮の実態をとらえることにして、1948年よりその調査、観測を始めた。

1948年8月上旬から下旬にかけて、五島灘のイワシ漁場に激しい二重潮が起って、漁網の破損流失など多大な災害が起った。この時にイワシ漁船について実況を調査し、また災害がひどかった漁場において潮流の観測を実施し、海洋観測を行って水塊分析を試みた。即ち野母崎より19哩西方沖で測流を行ったところ前表のようになって、明らかに深さ30m附近の層で流向の変化が大きく、その流速も上潮で0.4~0.5 ノット、底潮で1.6~1.7 ノットとなって、底潮が非常に強かった。またこのときの二重潮の水塊の比較をすると前表の通りで、下層には高温高カン水が北東流し、上層には高温低カン水が北流していることが知られる。このような実測とともに、イワシ漁船の操業中の記録、流失物の漂着状況などの調査に基いて、この時の二重潮の原因は梅雨末期の豪雨と引続いて梅雨明け後の日照持続が重要な気象的原因となって、このために沿岸水が強化発達したものであると思われる。この場合の沿岸水強化というのは、高温低カン水が大量に有明海から五島灘に排出することを意味し、従って極端なところでは Estuary の理論で説明できる現象もあったようである。またこの二重潮が最もはげしいところでは強力な渦乱流となっており、その強さは有明海の湾口程はげしかった。

即ち二重潮によるイワシ揚繰網の被害は単に上潮底潮の流速の違いによる張力の作用のみならず、有明海湾口附近(野母崎—富岡間海域)では網がモツレてネズリ切れたのも多かった。この時の二重潮は単に上潮(有明海沿岸水と表層水北流の合成した水塊の動き)が強化したのみならず、底潮も強かったことは、上述のように野母崎沖合で流失したイワシ網が天草の高浜海岸に流れ着いた例でも知られる。この場合の底潮強化について気象要因として南方海上に発生した台風による海中擾乱源を考えたが、他のひとつは野母崎—富岡間海域をひとつの河口水理によって説明できたであろうと考えられる。翌1949年にもほぼ同じように梅雨明けとともに二重潮が強くなったことからみて、河口水理による考察が必要のようである。このような二重潮の実況を模式的に示せば第12図のようになる。この図で判るように上潮は野母崎に近寄る程厚さを増し、逆に沖合に向かって浅くなり上潮底潮の境界層は男女群島方向に向



第12図 五島灘二重潮模式図

Figure 12. Schematic representation of the stratified waters in the waters off Nagasaki.

やかに傾斜して上向し、宇田(1949)によれば、この上潮底潮の界面が海面を切るところ、即ち潮目は男女群島と野母崎の中間附近にあることが計算によって知られた。

このような二重潮の強化は1949年7月下旬から8月上旬にかけて起ったが、降水量、日照時数及びその時間的系列は1948年の場合とほぼ同じであった。これにおいて、五島天草海域の二重潮強化の主要なる原因が気象によることが知られた。従って気象予報が可能ならば、それによってこの種の二重潮強化はある程度予想できる。

かようにして二重潮の研究は始ったのであるが、その後西日本海域の主要漁場では、対馬海峡にも強烈なものが発生して多くの災害をひき起し、同漁場の二重潮も亦観測研究の対象となった。辻田(1953)はこのように西日本の漁場の二重潮を調査した結果、大体次の3の種類二重潮があるらしいことを知った。

i) 季節性二重潮

沿岸水と沖合水の接触関係から、常に二重潮は存在するが、降水、日照などの気象要素の時間的系列によって、急激に強化する。
例……五島灘、天草沖

ii) 突発性二重潮

突発的に発達し、その災害は最も大きい。
対馬海峡、釜岐水道西側出口の二神島附近、
五島列島南部の東方沖合、冬の大羽イワシ漁
期によく起る、原因不明である。

iii) 定常性二重潮

これは通常海と沿岸水との接触関係によっ
て起っており、特に注目されたのは対馬北端の
西側佐須奈沖合である。この底潮は対馬暖流
の潜入現象により、出ている。

これらの二重潮の分布は図示すれば第13図の如く
である。

この他に東部、北部、特にスコトラロックを中心
とする荒波に、夏場になると風潮が強くなるのは著名
な事実であるが、またその実態は明らかでない。

次に、このような二重潮の強さと災害発生との限界で
あるが、近岸洋上*等との共同研究によれば、二重
潮の出現と定常性二重潮を操業中のイワシ揚繰網船
によって突きたところでは、上潮底潮の潮流差
1.7~1.8フット以上ときは破損、流失の危険があ
るが、上潮の流速が殆んど無いときは底潮の流速は
1.8フットでも安全操業が出来ることが知られた。



第 13 図 九州西海域の二重潮の類型と分布

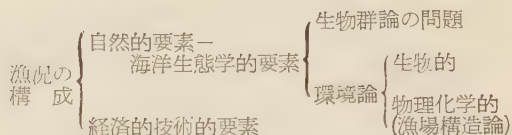
Figure 13. Map showing three types of occurrence of the stratified waters and their localities in the waters off western Japan.

§ 4 対馬暖流域の現場漁況

4-1 環境と漁況

漁況は魚群の生態の一面を示す群の生態学的特徴
として把握される。魚群と環境の関係即ち魚群の構
造並びに運動と環境の関係、及びそれらと漁獲の関
係を漁況と考えることが出来る。個体の生態即ち
個体と環境の関係は、自律的に運動を行う魚類など
にとっては群行動の背景であることは勿論であるが、
ここではそれは漁況の直接的要素とは考えない。

また漁況は漁撈即ち人間の働きによって起る現象
であるから、漁況を構成する基本的要素は、自然的
要素と経済的(人為的)要素の2の構成要素につい
て考えられる。自然的要素とは魚群の生態であり、
環境抵抗及びこれに対する群の反応である。以上の
関係を示せば次のようになる。



漁況において、かような関係にある環境抵抗の要
素、即ち制限要素の更新性 **Renewability** の研究が、
漁況に関連する水産海洋調査のひとつの目的であっ
て、この **Renewal** の過程に非保存成分と保存成分
の海中における連続変化の取扱いが入ってくること
になる。この方法が漁況の自然的要素の作用の解析
における基本的方法である。

このように連続変化の方式で把握される要素で、
海洋生物に環境抵抗をなす保存成分や非保存成分及
び食餌、**Territory** などが制限要素として働く場合
に考えられる環境の類型は次のようである。

i 制限作用 Limitation の第1型

無更新の環境要素より成る、即ち非更新性の環境 **Unrenewed environment** がある。これは海洋では、水の運動がある限り起り得ないわけであるが、短期間にはそのような環境は発生する場合がある。例えば水塊が安定し停滞する場合、夏季内湾などで成層状態が発達するときなどは、この類型の環境要素の制限作用が起る。

ii 制限作用の第2型

制限作用が週期的に強くなったり弱まったりする性質の作用型で、海洋では最も普通でしかも重要な現象である。即ち **Periodically renewed environment** が認められる。魚群の回游、生長などに重要な影響をあたえる。

iii 制限作用の第3型

海洋における物理化学的環境要素は、その速度に遅速は現われるけれども、常に変化している。魚類はその棲息する水塊を環境として、**Habitat** とするし、その水塊中の非保存成分、保存成分のなかに制限作用をなすものがある。例えば O_2 , Tw , CO_2 , Hp などの如きもので、これら要素は連続更新性の環境 **Continuously renewed environment** を構成する。さきの週期的更新性の環境は、この連続更新性環境変化の1部をなすもので、環境要素の変化の速度の大小、即ち制限作用の強弱によるものである。

iiii 制限作用の第4型

これは環境が突発的に変化する場合で、従って要素の制限作用は急速に加重され、遂にはその環境要素の海中における分布は生物の生活に不適当なまでに変化し、更に同方向の変化が続くと死圏となる。

4-2 海洋要素と魚群の移動滞留

生物の環境には物理的な要素と生物的な要素があって、それらの生物に及ぼす作用は異っている。即ち前者は環境変化のうちの物理的变化系 **Physical system** であって、生物自体の働き（生物がもつ本質的な活動 **Intrinsic or autogenic activity**）がこの物理的变化系に直接影響をあたえて、環境変量を新に生ずることは少ない。

しかし海洋要素のうちには、生物活動による海洋要素が、非保存成分 **Nonconservative property** としての変化の仕方をする環境変量となるものがあ

る。即ち生物系 **Biological system** の生成物が物理化学的な海洋要素と同じ物であれば、その物理的あるいは化学的要素の変化には生物学的変化率 **Biological rate of change** の要素が加わる。このような非保存成分の分布の理論については **Seiwell, H.R. (1937, '38)**, **Sverdrup, H. U. (1938, '42, '49)** がはじめて提称し、その後 **Riley, G.A. (1949, '51)** はこの理論を大西洋の酸素、磷酸塩、硝酸塩などの生物的变化系の生成物と共通の海洋要素の濃度の分布の考察に活用して、大西洋の海況生物の特徴の理論的研究を試み、また海洋の生産力を論じた。

即ちいま生物系に関連する海洋要素 S の時間的变化を $\partial s / \partial t$, R を生物学的変化率 **Biological rate of change** とすれば、

$$\begin{aligned} \frac{\partial s}{\partial t} = & \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Ax}{\rho} \cdot \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Ay}{\rho} \cdot \frac{\partial s}{\partial y} \right) \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{Az}{\rho} \cdot \frac{\partial s}{\partial z} \right) - Ux \frac{\partial s}{\partial x} \\ & - Uy \frac{\partial s}{\partial y} - Uz \frac{\partial s}{\partial z} + R \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

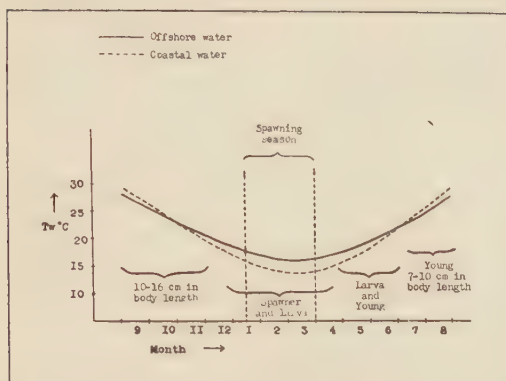
但し Ax, Ay, Az , は夫々 x, y, z 軸の拡散係数、

ρ は海水の密度、

Ux, Uy, Uz は夫々 x, y, z 方向の流速

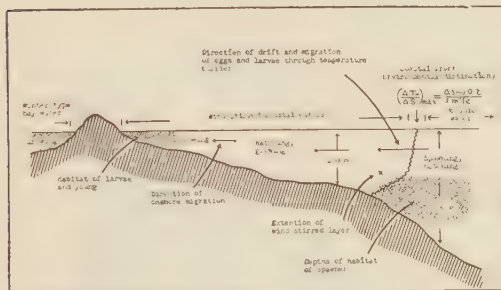
この理論式によれば、生物系の生成物の影響ある海洋要素の分布の時間的变化は、拡散の作用から **Advection** の作用を引いたものに生物的活動 **Biological process** による変化率 R を加えたものに等しい。

このような非保存成分以外の要素の変量で示される環境の物理系と生物とは対立し、そして歴史的に (**Phylogenic** に) ながめると、生物は、この物理系に適応してゆかなければならない環境の關係 (即ち **Phylogenic adaptation**) にあり、保存成分 **Conservative property** に対しては **Ontogenic** には生長の段階に応じて、異なる環境に適応して個体の生長を続ける。即ち **Ontogenic adaptation** が幾つかの段階的な過程を繰り返して行われる。このことは生物の内部環境のひとつである生体物理系と、外部環境のひとつである保存成分の物理系が平衡を保つことによって生活活動が続けられることを意味し、この關係が海洋における魚類その他の生物の移動、

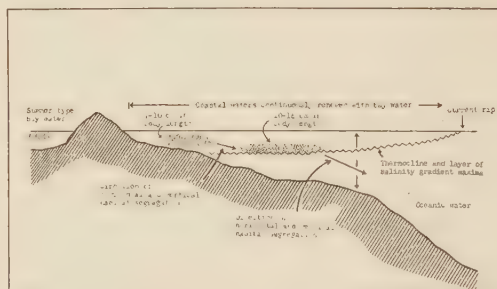


第 14 図 マイワシの生長と水温の関係

Figure 14. Curves showing relationship between the water temperature of the coastal and offshore waters and the growth of the Japanese sardine *Sardinia melanosticta* off the west coast of Kyushu, Japan.



A 冬季



B 夏季

第 15 図 (A, B) 九州西海域漁場におけるマイワシの生長段階と棲所移動模式図

Figure 15. Schematic representation of the offshore-onshore movements of the Japanese sardine *Sardinia melanosticta* in the coastal waters of western Japan.

A Winter season.

B Summer season.

うなものの刺激作用は生体の生長段階によって、作用の大きが異なるのであって、これは夫々生長段階による刺激の閾値 **Threshold** の違いによるために他ならない。

魚類の適温水域（水温分布の不定帯—後述）は、魚自体にとっては適応帯 **Adaptive zone** である。適応帯においては、適応過程 **Adaptive process** が各々の個体において進んでいるのであるから、その過程にある生物にとっては水温の刺激の大きさは小さいとみられ、別な観点ではこの水域（適応帯）は魚がこれを活用していることになる。従って魚類の適水温の問題及び適温水域の海洋物理学的問題即ち漁況変動要因の問題は、その魚が環境を（即ち水域の

分布の原因をなしている。例えば対馬暖流域のマイワシの発生場所として重要な五島天草近海における水温の変化とマイワシの生長との関係は、第14図に示すように、シラスが最低水温に適応し、これに次いで大羽の親イワシ、次は小羽イワシ、中羽イワシと段階的に水温は上昇し、シラスが生長する場所の水温は冬季沿岸域の $13\sim 15^{\circ}\text{C}$ の水温帯で、最高の水温に適応を示す中羽イワシ期には、その棲息する水塊の温度は $24\sim 27^{\circ}\text{C}$ 位であるから、その環境の水温差は 10°C 以上である。従って海況からみると第15-A, B 図に示すように、マイワシは生長の段階に応じて接岸離岸運動 **Offshore-onshore movement** をなすとともに、また鉛直的にはシラスが最上層に生活し、大羽イワシの游泳層が最も深い。(第15図A, B 参照)。

従って、保存成分 Conservative property のうち、
 ちの生体に刺激的に作用する要素、例えば水温のよ

諸要素を)最も有効に利用するような方向に進んでいる適応過程の問題であり、結局はこの適応過程は種形成 **Speciation** と密接な関係にある。漁況における適温水塊の性状の問題は、本質的には適応過程とも言うべき生態学、進化学上の問題にその根底をおいて考えねばならない。

魚類の行動は生態的には環境抵抗の小さい方向で、しかも **Predator species** としての栄養階層（生態系の階層即ち **Niche**）を保持するような自律的 **Intrinsic** な方向をとって運動する。即ち **Non-predatory factor** と **Predatory factor** の両者が漁況の生態学的要因となる。生物に対して **Exclusion effect** をもつ水域に対しては、**Avoiding reaction**

を示して、この水塊が物理的要素の不定帯となってもそれに入っていくだけで、別の水塊に向って行く。即ち逃避適応 **Avoiding adaptation** によって、魚群の運動が支配される。

海洋の要素（環境変量）が **Conservative** だと **Nonconservative** だとを問わず、生物の行動に対して刺激的に作用する場合、魚の運動はその刺激の強さの時間的変化 dI/dt によって起るものと考えれば、これは一種の分差反応とみられるから、この dI/dt のある大さ即ち **Threshold** によって起るこの反応については、その反応を起させる要素の強さの場* が対馬暖流勢力の変動によって、あるいはまた気象による沿岸水塊の変動によって変わる。このように刺激帯とその変動要因からみて、漁場における漁期の海況は、刺激作用をもつ要素 **S** の不定帯となっている。このように物理的な海洋の環境条件については、その不定帯をなす水塊が魚の通路となり、また滞留する海域となるが、この不定帯の中で魚の分布を決定する要因は、ニゴリや **Plankton** などの組成と濃度、あるいは魚自体が生態系における地位（栄養階層）を保持しようとする要因は、例えば栄養階層連関などである。

保存成分のなかで、生物の行動に対して刺激的に作用するような、生理生態的に大きな働きをする要素の水平傾度が大きいと、逃避適応して移動中の魚に対しては、その水平傾度の大きい空間は、運動する魚にとっては刺激帯となる。即ち魚が速度をもっておれば、この場合の刺激の大きさ dI/dt は dI/ds （**S** は空間の距離）で示すことができる。海洋観測によって得た、スカラー量の分布が知られると、分布の曲線によって知られる傾度 **Contour interval** を Δg とし、その距離 **Space interval** を $\Delta \delta$ とすれば、一般的にはその傾きの中央部では $\Delta g/\Delta \delta$ は $dg/d\delta$ に近づくから

$$\left| \frac{dg}{d\delta} \right|_M \approx \frac{\Delta g}{\Delta \delta} \equiv \frac{\text{濃度の差}}{\text{距離(マイル)}}$$

として **Boundary** の強さを知り、同時に刺激の強さを現わすことができる。即ち水塊相互の間に観測値の分布傾度 $dg/d\delta$ が小さければ、この境界は魚の逃避適応には碍壁 **Bounding vertical** をなすような刺激帯となり得ず、反対に $dg/d\delta$ が大きければ行動している生物に対する刺激の大きさ dI/dt は大

きくなるから、 $dg/d\delta$ の大きさは魚に対しては刺激の程度を示す。即ち観測によって得た要素の分布から知られる $(dg/d\delta)_{\max}$ の場所は dI/dt の大きな場所と、その刺激の強さの程度を示すものと考えてよい。

いま生理生態的に重要な意味をもつ水温分布についてみると、1952～1955年の観測結果によって知られることは、九州西海岸では第4表に示したように $dg/d\delta$ の値は夏に小さくて、冬季には沿岸水塊と沖合の暖流水塊との間に大きく現われる。そしてこれが大きい場所がイワシ、サバなどの漁場となっている。それは現在のマイワシ、サバの類は沿岸前線の外側帯を回遊して、沿岸前線の走行がポケット状のところに滞留し易いことが、マイワシについて知られたものならず、サバなどの漁獲からみて、この種もまた同様な沿岸前線の外側に集合することが明らかになってきた。第16図は産卵のため南下する



第 16 図 九州西海岸におけるマイワシの回遊と漁場

Figure 16. Map showing the migration routes and the fishing grounds of the Japanese sardine *Sardinia melanosticta* in the waters off western Japan.

大羽マイワシ漁場の移動と、その漁獲物の生殖腺の熟度の進み方を調べて推定した回遊路である。このような回遊をして来て、第16図に示したような沿岸前線帯の外側に滞留する（第15-A図併せ参照）。夏には沿岸前線は殆んど不明となる。そして沿岸

* 実際には魚は運動しているから、この場合、時値 **Chronaxie** の大きさを表わすことができる。

第4表 九州西海岸沿岸前線の強度と変化 (1952~1955)

主なる場所		年												月				
		10	11	12	年	1	2	3	4	5								
対馬北部	1952年	—	—	—	1953年	(中) 1.0	—	—	—	—								
	1953	0.5	—	—	1954	—	(下) 0.5	—	(中) 0.2	—								
	1954	—	(中) 1.2	—	1955	—	—	—	(上) 0.2	(上) 0.8								
	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—								
	1952	(上旬) 1.0	(上) 0.5	(中) 0.5	1953	(中) 2.5	(上) 1.0	—	(下) 0.3	(上) 0.5	(中) 0.3							
壹岐水道	1953	0.75	0.75	0.25	1954	(上) 1.0	(上) 0.75	(中) 0.75	—	(上) 0.5	—							
	1954	(上) 0.3	(上) 0.2	(中) 1.0	1955	(中) 0.6	(上) 1.5	(上) 0.3	(上) —	(上) 0.1	(上) 0.5							
	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—	—							
	1952	(下) 1.5	(中) 1.0	(中) 1.0	1953	(中) 1.0	(上) 0.5	(上) 0.5	(下) 1.0	(下) 0.5	(中) 0.5							
	1953	0.5	0.5	1.5	1954	(下) 1.0	(下) 1.0	—	—	(上) 0.5	—							
五島灘中央	1954	(中) 1.0	(中) 1.0	(中) 0.5	1955	(中) 0.5	(上) 0.5	(中) 0.7	—	(上) 0.6	(中) 1.0							
	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—	—							
	1952	(中) 1.5	(下) 0.5	(中) 2.5	1953	(中) 2.5	—	(上) 0.5	(下) 1.5	—	(中) 1.0							
	1953	0.5	0.75	3.0	1954	(中) 1.0	(中) 1.0	0.75	—	(上) 0.75	—							
	1954	(上) 0.6	(中) 0.4	(中) 0.5	1955	(下) 0.8	(下) 1.0	(中) 0.7	—	(上) 0.4	(中) 0.3							
五島灘牛深沖	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—	—							
	1952	(下) 2.5	(下) 1.0	(中) 1.0	1953	—	(上) 1.5	—	(下) 0.2	(上) 0.5	—							
	1953	0.5	0.5	1.0	1954	(上) 1.0	(中) 1.0	(中) 1.5	—	(上) 0.75	—							
	1954	(上) 0.6	(上) 1.0	(上) 0.5	1955	(上) 0.2	(中) 0.2	(中) 0.2	—	—	—							
	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—	—							
野間岬—甌列島	1952	(下) 0.2	—	(中) 2.0	1953	—	—	(上) 0.5	(下) 0.1	—	(中) 1.0							
	1953	1.0	—	2.5	1954	(中) 0.75	—	—	—	(上) 1.5	—							
	1954	(上) 0.2	—	(上) 0.5	1955	(下) 1.5	—	(上) 1.5	—	(上) 0.4	—							
	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—	—							
	1952	(下) 0.2	—	(中) 0.2	1953	—	(上) 1.5	(上) 1.5	—	(中) 2.0	—							
野間岬—宇治群島	1953	1.5	—	0.2	1954	(中) 0.75	(下) 2.0	—	—	(上) 0.75	—							
	1954	—	—	—	1955	—	—	(上) 0.5	—	(上) 0.2	—							
	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—	—							
	1952	(下) 0.2	—	(中) 0.2	1953	—	(上) 1.5	(上) 1.5	—	(中) 2.0	—							
	1953	1.5	—	0.2	1954	(中) 0.75	(下) 2.0	—	—	(上) 0.75	—							
宇治群島南西沖	1954	—	—	—	1955	—	—	(上) 0.5	—	(上) 0.2	—							
	1955	—	—	—	1956	—	—	—	—	—	—							
	1952	—	—	—	1953	—	—	—	—	—	—							
	1953	—	—	—	1954	—	—	—	—	—	—							

註 (1) 表面水温の水平傾度として $\Delta Tw/\Delta \delta$ は5哩間の水温差を示した。

(2) 山口、福岡、佐賀、長崎、熊本、鹿児島各県水試の観測による。

水塊と沖合水塊の前線は **Bounding vertical** から躍層 **Discontinuity layer** となって現われる。

この躍層は近海では沿岸水と外洋水の境界であって、それはまた夏季魚類の游泳と滞留に重要な作用をなし同時に二重潮の要因ともなる。

このように、漁況の自然的要素のひとつである魚群の滞留、あるいは移動については、刺激生理の観点から分差反応と逃避適応の現象を基本的な要因として、理論的な説明を進めることが試みられる。

4-3 漁場変動の生態学的一考察

魚類の行動は生態的には環境抵抗の小さい方向で、しかも **Predator species** としての栄養階層（生態系の階層即ち **Niche**）を保つような自律的 **Intrinsic** な方向をとって運動する。

Exclusion effect をもつ水塊 (**Savage, R.E., 1930; Hardy, A.C., 1935; 辻田, 1953**) に対しては魚群は **Avoiding reaction** を示し、この水塊が物理的条件を満足しても入って行かないで、別の水塊に向かってゆく。即ち **Avoiding adaptation** によって魚群の運動が支配される。

魚の運動は刺激の強さの時間的变化 dI/dt によって起るものと考えれば、これは一種の分差反応 **Unterschieds reaction** と考えられるから、この行動は変向無定位運動性 **Klinokinesis** とも言える。対馬海流域ではこのような刺激反応に基いて起る運動によって回遊する高次階層の魚類については、夫々に対して dI/dt の刺激が時間的・空間的に起っている。

従って漁場は海洋の **Property** が発現する刺激の不定帯 **Indifferent zone** と考えられるから、魚群はこの方向に運動する。故に魚群が集合している所では、その時の **Rproperty** があたえる刺激の強さ dI/dt が最も小さい、即ち環境抵抗は小さい。それ故にある漁場における漁期の海水がもつ諸条件（例えば水温、塩分、溶存ガス体、**Plankton** ニゴリなど）の総合が、海洋における魚群の生態環境条件とみてよい。この意味では漁場の海洋条件 (**Property** の分布) を明らかにすることは、魚が最も好む環境を知ることの意味から、これから論じるとき、ある魚類について年間（海洋の要素の分布の変化の1週期と考えて）の主要なる時期における主要なる場所の海洋条件を観測集積した結果を検討すれば、その種の環境条件が知られ、且又その生物の分布や移動の外置的条件が判ってくる。

従って dI/dt は対馬暖流の **Terminal** において最も大きい場所と時期がある筈であるから、 dI/dt の大きい **Terminal** では **Avoiding reaction** あるいは分差反応が現われ、対馬暖流域にはこの dI/dt の時期的な発現と分布によって、生活空間の大きさが認められる。そしてこの dI/dt のある大きさ **Threshold** に対して起る分差反応は、その反応を起させる要素の強さの場（位置）が暖流勢力の変動によって南北に移動するから、魚群の回遊は一種の大規模な分差反応とみることができる。そして漁場における漁期の海況は、刺激作用をもつ **Property S** の不定帯となっている。（この不定帯のなかに更に **Rproperty** の分布による空間構造がある。これは漁場の海洋学的構造である。）

それ故に対馬暖流水系で生態系を構成している魚群の **Leakage** は、 dI/dt の **Threshold** より大きい生態要素の分布量の値が出現する時期と場所によって防がれる。

ここでマイワシの生態のひとつの例として考えてみよう。

以前には（少なくとも15年前までは）マイワシの環境要素のひとつである水温 **Tw** については、その不定帯は海岸近くまで分布していた。即ち当時までは沿岸の定置網に多くのマイワシ大羽の漁獲が多かった。このような漁場（定置）では、大羽マイワシが漁獲される時期には $Tw = 13 \sim 14^{\circ}C$ 位の水温を示しているが、現在の漁場は $Tw = 17^{\circ}C$ 以上の所で、九州西海岸でこの位置は大連湾緑域であって、沖合水と沿岸水の境意に相当する。即ち次のような考えも可能となる。少なくとも15年あるいはそれ以上も前に漁獲されていた大羽マイワシ群は海水温 $13 \sim 14^{\circ}C$ 位の低水温帯にも適応できたのであるが、現在の大羽マイワシ群は $17^{\circ}C$ 以上の水塊に棲息して、五島灘におけるその位置は、昔の沿岸漁場（昔の大羽マイワシの集合域）より15~20哩も沖合で100~150mの深さである。このような漁場の変遷移動は五島方面に限らず、生月方面、高岐水道、伊万里湾口方面、玄海灘沿岸（例えば福岡県大島方面）は以前は五島有川湾、長崎西彼半島沿岸などとともに大羽マイワシの冬季の良好なる漁場であった）なども同様で、現在はこれらの海域には産卵期を迎えた大羽マイワシは殆んど現われず、対馬海峡とか高岐水道の外側の暖流との潮境域が漁場となっている。第17図にはこのような漁場の変遷移動を示した。



第 17 図 九州西海域におけるマイワシの過去
現在両漁場分布の比較図

Figure 17. Map showing the migration pattern of the Japanese sardine *Sardinia melanosticta* comparing recent migration routes with the former fishing grounds, based on the successive degree of maturity of the ova and largely depend on the activities of the purse-seine boats in the waters along western Kyushu, Japan.

即ちこのような漁場の変移は、生態的にマイワシをみた場合に、以前の低温適応性 (Lower temperature adaptivity) のマイワシ群に対して暖水適応性 (Warmer temperature adaptivity) マイワシ群が対馬暖流水系に棲息していると考えられることもできる。この水温適応値を展にすると過去、現在のマイワシ群は $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ の Habitat の適温差を示している。但しマイワシは生長の段階によって環境に対す

る適応値が異なってくるので、このような生態的な Habitat の分離は、第 1 回の産卵を迎える成体時から始まると考えられる。

対馬暖流域ではこのようにマイワシ親魚の漁場は沿岸から沖合に移り、このことから現在の漁獲マイワシは暖水適応イワシ群と考えるのであるが、このような可なり大きな不定帯の要素の差が現在の太羽マイワシにみられることは、以上のように距岸距離によっても知られるのみならず、対馬暖流の北方の Terminal においても南下後退 (分布北限の後退) が知られていて、現在は津軽海峡附近が北限となっていることも注目せねばならない。

吾々はこの 10 数年の間に以上に述べた太羽マイワシの沿岸漁場 (第 16 図参照) の水温が $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ も低下したという海洋観測記録を見出し得ないのであって、こゝに水温適応の変化を考え、現在漁獲の対象になっているのはそのうちの沖合暖水に Habitat を移した群と考える。このことから、九州南部の沿岸に冬季マイワシ群が少いのは、沿岸南下が少いことと沖合移動分散によると考えるのである。即ち現在のマイワシは可なり Habitat が変っている。また九州近海の水況からみると、以前に漁獲されていたマイワシ群は、冬季の沿岸水塊即ち Wind stirred layer が発達した水塊に入って、そのなかを移動南下していたのである。しかるに現在の太羽マイワシは沖合の中層を移動して南下する傾向が、音探記録によって知られた。そして滞留の場所も、前に述べたようにむしろ沖合水塊となっている。

そうして十数年前まで九州西方沖岸域で漁獲されていたマイワシと朝鮮東岸で漁獲されていたマイワシとは同系統の群であろうと考える。

即ち九州西海域に回游してくるマイワシは太羽即ち満 1 年以上 (あるいは最初に成熟して後) に達してから、その群は水温適応値の違いによって棲み別け Habitat isolation が起る。そしてそれは両群のイワシの個有の (あるいは内発的な, Autogenic or Intrinsic) 水温の刺激作用に対する感受性の違い、言い換えると成体の水温の刺激閾値 Threshold に違いがあると同時に、水圧に対する調整機能の違い* (例えば形態的には浮袋と魚体の容積比など) などについても考える必要がある。その反面また冬の沿

* Harden Jones, F.R., 1951. J. Exp. Biol., Vol.28, No.4. Cushing, D.H., 1952. J. du Cons., Vol.18, No.1. Scholander, P.F., 1954. Biol. Bull., Vol.107, No.2.

岸水塊が近年性質が変わってしまったのかあるいは色々な人為的な障壁となる条件が起っているのか、これらの環境条件の変化は現在のところ結論を得るに至らない。しかし、多数の漁船から出される音波*

あるいは強力な**光は一時的に魚群の行動に変化をもたらす。沿岸域漁況の変化にはこのような人為的な作用も考慮されるべきである。

文 献

1. 相 川 広 秋 1934 (昭. 9) 日本本土周辺大陸棚の肥沃度に就いて 水産学会報 第6巻 第2号
2. 相 川 広 秋 1936 (昭. 11) 浮游生物定量調査報告 (其四) 第二次北太平洋並に日本海一斉調査に依る浮游生物調査報告 水産試験場報告 第7号 昭和11年3月
3. 相 川 広 秋 1936 (昭. 11) 本邦沿岸漁場の底棲生物の性状——日本近海に於ける大陸棚, 沿岸漁場調査 水産試験場報告 第7号 pp. 183~208
4. 浅 野 彦 太 郎 1919 (大. 8) 大正4.5両年対馬海峡並に土噶喇群島海洋調査 (得熱丸施行) 農商務省漁業基本調査報告 第7冊の2 大正8年2月
5. 千 葉 卓 夫 1949 (昭. 24) 東支那海, 黄海に於けるプランクトンの分布 第1報 春季のプランクトン組成 第二水産講習所研究報告 第1巻 第1号
6. 千葉卓夫, 鶴田新生, 1951 (昭. 26) 東支那海黄海に於けるプランクトンの分布について 第4報 1950年夏期の対馬海峡に於ける分布 日本水産学会誌 第16巻 第12号
7. Chiba, T., 1953. On the Distribution of the Plankton in the East China Sea and Yellow Sea. VII. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., Vol. 19, No. 6.
8. 朝鮮総督府観測所 1926 (大. 15) 大正12年西鮮沿岸の津波
9. 朝鮮総督府水産試験場 1932 (昭. 7) 朝鮮近海海流瓶調査成績 朝鮮総督府水産試験場海洋調査要報 第7号
10. 朝鮮総督府水産試験場 1934 (昭. 9) 朝鮮海洋便覧
11. 朝鮮総督府水産試験場 1935 (昭. 10) 朝鮮近海海洋図 昭和9年 (1934)
12. 朝鮮総督府水産試験場 1935 (昭. 10) 昭和9年5~7月鵠丸朝鮮海峽, 支那東海, 黄海並に渤海海洋調査成績図 朝鮮総督府水産試験場 昭和10年
13. 朝鮮総督府水産試験場 1936 (昭. 11) 昭和7年 (1932) 朝鮮近海海流瓶調査成績 昭和7年海洋観測成績 海洋調査要報 第7号
14. 朝鮮総督府水産試験場 1936 (昭. 11) 昭和7年 (1932) 11月鵠丸朝鮮西岸潮流観測成績, 附. 昭和7年11月鵠丸朝鮮西及南沿海海洋観測成績 海洋調査要報 第7号
15. 朝鮮総督府水産試験場 1936 (昭. 11) 朝鮮近海の海況概要 (特輯第8号, 朝鮮海洋便覧別刷)
16. 朝鮮総督府水産試験場 1938 (昭. 13) 昭和8年 (1933) 朝鮮近海海流瓶調査成績 昭和8年海洋観測成績 海洋調査要報 第8号
17. 朝鮮総督府水産試験場 1943 (昭. 18) 朝鮮海洋便覧
18. 藤 井 正 之 1951 (昭. 29) 昭和29年1月における九州南西方海域の海流水路要報 第42号
19. 福岡県水産試験場 1953 (昭. 28) 東対馬水道海洋観測資料 (自大正2年9月至昭和27年2月) 福岡県水産試験場
20. 合 田 史 郎 1935 黄海, 東支那海及び南支那海に於ける海水のラヂウム含有量

* Griffin, D.R., 1955. Papers in Marine Biol. and Oceanogr. 1

** Strength of photophobia (Balls, R., 1951. J. du Cons., Vol.17, No.3)

21. 平田徳太郎 1919(大. 8) 朝鮮近海の海流と気象
大正6年朝鮮総督府観測所年報 P.P. 4~20
22. 平田徳太郎 1919(大. 8) 関釜海峡の霧 朝鮮総督府観測所発行
23. 堀 宏 1913(大. 2) 水産講習所準丸対馬西水道海洋調査
漁業基本調査報告 第3冊 p.p. 62~71
24. 梶山英二 1920(大. 9) 日本海洋学 裳華房
25. 片岡龍之助 1915(大. 4) 3月 本土より支那上海に至る海洋調査
農商務省漁業基本調査報告 第4冊
26. 川上猛雄 1954(昭. 29) 対馬東水道に於ける鯖市着網漁場に就ての一考察
水産研究所
27. 川崎英夫 1930(昭. 5) 玄海灘の風波 海と空 第10巻 第8号 p.p. 149~150
28. 北原多作 1915(大. 4) 玄海灘及対馬東水道横断観測について
水産講習所漁業基本調査報告 第4冊
29. 北原多作 1921(大. 10) 海洋研究(漁村夜話) 大日本水産会
30. 神戸海洋气象台 1932(昭. 7) 支那東海海洋時報 第4巻 第1号
31. 神戸海洋气象台 1937(昭. 12), 1939(昭. 14) 日本海, 黄海, 東海気象図
海洋气象台集報 昭和12年, 昭和14年
32. 近藤正人 1950(昭. 25) 第73報国丸による東海漁場の観測
東海軍港の調査 第3号(西海区水産研究所)
33. 近藤正人 1950(昭. 25) 東海の表面観測結果
東海黄海の海況 第3報(西海区水産研究所)
34. 久保時夫 1930(昭. 5) 黄海及東海に於ける漂流瓶の成績
海洋時報 第2巻 第2号
35. 熊田頭四郎 1926(大. 15) 気象, 海象の同時日記観測
気象集報 第2巻 第4巻 第1号
36. 熊田頭四郎 1928(昭. 3) 海洋における数種魚類の回游に就いて
日本海洋学雑誌 第4巻
37. 熊田頭四郎 1934(昭. 9) 渤海至ジャバ海 - 北太平洋西部諸海棚の海底洗礫物に就て
水路要報 第13巻 第7号
38. 倉品昭二 1952(昭. 27) 昭和27年4月, 5月における東海の高象
水路要報 第33号
39. 栗林今朝吉, 定松譲 1932(昭. 7) 黄海に於ける潮汐観測報告(軍艦淀)
水路要報 第11年 第5号
40. 丸川久俊, 川上宗治 1915(大. 4) 九州西南海海洋及生物調査
漁業基本調査報告 第4冊(水産講習所)
41. 丸川久俊 1918(大. 7) 黄海海洋調査(雲鷹丸)
漁業基本調査報告 第6冊
42. 丸川久俊 1933(昭. 8) 海洋学 厚生閣発行
43. 松平康男 1933(昭. 8) 上海 - 長崎間表面観測結果
海洋時報 第5巻 第2号
44. 松平康男 1933(昭. 8) 楊子江沖表面水中の浮游泥分布
海洋時報 第5巻 第2号
45. 松平康男, 井上静江 1939(昭. 14) 楊子江沖合の浮游泥並びに海泥に就て
海洋時報 第11巻 第4号

46. 松井 魁, 高井 徹 1950 (昭. 25) 東海及び黄海の底棲生物群衆の定量的研究
東海黄海の海況 第2報
47. 松 井 魁 1951 (昭. 26) 東海黄海に於ける底曳網漁場と底棲生物群衆との關係に就
て 日本水産学会誌 第16巻 第12号
48. 森 喬 1929 (昭. 4) 朝鮮海峡附近より採集せし浮游撓脚類の新種
動物学雑誌 第41巻 第486号
49. 長崎海洋气象台 1954 五島灘の海況 (1953年)
中央气象台海洋報告 第3巻 第3号
50. 長崎海洋气象台 1955 昭和29年冬季薩南海区海洋観測報告
中央气象台海洋報告 第4巻 第1号
51. 長崎海洋气象台 1955 昭和29年夏季東支那海海洋観測報告
中央气象台海洋報告 第4巻 第1号
52. 長崎海洋气象台 1955 昭和30年冬季東支那海海洋観測報告
中央气象台海洋報告 第4巻 第2号
53. 長崎海洋气象台 1956 昭和30年夏季東支那海海洋観測報告
中央气象台海洋報告 第4巻 第4号
54. 長崎海洋气象台 1956 1956年夏季海況予想 気象庁海洋報告 第5巻 特別号
55. 西 田 敬 三 1923 (大. 12) 釜山近海の海流に就て
水産学会報 第4巻
56. 西 田 敬 三 1924 (大. 13) 朝鮮近海の海洋状態に就て
朝鮮之水産 第1巻 第5号, 第6号
57. 西 田 敬 三 1926 (大. 15) 朝鮮近海の海洋状態並海洋調査に就て
朝鮮之水産 第3巻 第31号, 第32号
58. 西 田 敬 三 1928 (昭. 3) 釜山近海の海潮流観測成績
海と空 第8巻 第11号
59. 西 田 敬 三 1930 (昭. 5) 対馬海峡東水道海潮流観測成績
海と空 第10巻 第8号
60. 西 田 敬 三 1931 (昭. 6) 海流調査二機同時観測例
海と空 第11巻 第4号
61. 西 田 敬 三 1935 (昭. 10) 黄海の霧と対馬海峡の霧に就て
海と空 第15巻 第2号
62. 野 満 隆 治 1931 (昭. 6) 海洋学 日本評論社
63. 小 倉 伸 吉 1914 (大. 3) 日本近海の潮汐 水路部
64. 小 倉 伸 吉 1914 (大. 3) 潮の理 大體閣
65. 小 倉 伸 吉 1925 (大. 14) 日本近海の深さに就て 水路要報 第4年
66. 小 倉 伸 吉 1926 (大. 15) 東海における海潮流に就て 水路要報 第5年
67. 小 倉 伸 吉 1932 (昭. 7) 軍艦淀の黄海に於ける潮汐及潮流の観測結果に就て
水路要報 第11年 第5号
68. 小 倉 伸 吉 1932 (昭. 7) 遼東海湾の潮汐に就て 水路要報 第11年 第7号
69. 小 倉 伸 吉 1933 (昭. 8) 黄海北部の潮汐及潮流に就て
水路要報 第12年 第3, 4, 5号
70. 小 倉 伸 吉 1934 (昭. 9) 再び遼東海湾の潮汐及潮流に就て
水路要報 第13年 第3, 4, 5号
71. 小 倉 伸 吉 1934 (昭. 9) 朝鮮沿岸に於ける若干の潮汐図表

- 水路要報 第13年 第8号
72. 小倉伸吉 1934(昭. 9) 東海北部の二点に於ける潮流測定結果の分解
水路要報 第13年 第11, 12号
73. 小倉伸吉 1934(昭. 9) 潮汐 岩波全書 37号
74. 小倉伸吉 1936(昭. 11) 渤海の潮汐及潮流に就て 水路要報 第15年 第4, 5号
75. 小倉伸吉 1936(昭. 11) 黄海の潮汐及潮流に就て 水路要報 第15年 第9号
76. 岡本仁氏 1950(昭. 25) 昭和6, 7年夏季(6~9月) 黄海渤海に於ける水温, 塩分水
平分布について 東海・黄海の海況 第3報(西海区水産研究所)
77. 岡本仁氏, 浜田七郎 1950(昭. 25) 東海北部漁場の海況調査(第3報)(昭和25年3月俊
鵬丸施行) 東海黄海の海況第3報(西海区水産研究所)
78. 関和雄 1932(昭. 7) 朝鮮東岸沖に於ける夏期海況に就いて
海と空 第12巻 第2号
79. 須田皖次 1933(昭. 8) 海洋科学 古今書院発行
80. 須田皖次 1933(昭. 8) 日本近海表面水温の異状分布に就いて
中央気象台産業気象調査報告 第4巻 第1冊
81. 須田皖次 1938(昭. 13) 対馬海流の変化に就て
陸水学雑誌 第8巻 第3, 4号
82. 水路部 1934(昭. 9) 朝鮮西岸 — 大同江の流水に処する注意に就て
水路要報 第13年 第4号
83. 水路部 1934(昭. 9) 朝鮮南西岸 — 長竹水道の霧に就て
水路要報 第13年 第9号
84. 水路部 1950(昭. 25) 昭和23年夏の対馬海流及び宗谷海流域の海象
水路要報 増刊号(海象編)
85. 水路部 1950(昭. 25) 昭和25年夏における対馬海流域の海象
水路要報 増刊号 第5号(海象編)
86. 水路局 1948(昭. 23) 9月 北太平洋西部に於ける海象観測結果 1923~1929 No.1
海象時報 第3号
87. 水路局 1949(昭. 24) 5月 北太平洋西部に於ける海象観測結果 1930~1931 No.2
海象時報 第6号
88. 水産講習所 1915(大. 4) 露国提督マカロフ少将編纂, 日本近海海洋調査書(1836~
1889年 Vitiaz 号に依る探検調査) 水産研究誌 第10巻附録
89. 水産講習所 1920(大. 9) 大正9年1月天鵬丸朝鮮東岸及対馬水道横断観測記録
海洋調査要報 第8報
90. 水産講習所 1921(大. 10) 天鵬丸, 大正9年10月日本海, 同年11月対馬海峡西水道観
測記録 海洋調査要報 第11報
91. 水産試験場 1931(昭. 6) 日本近海に於ける大陸棚(沿岸漁場)調査報告 ■
底棲生物調査記録其二(九州西岸, 対馬水道, 日本海北上側, 及津軽海峡)
海洋調査要報 第48号
92. 太平洋協会編 1943(昭. 18) 太平洋の海水と陸水 岩波書店
93. 辻田時美 1950(昭. 25) 支那東海北部漁場に於ける冷水塊と対馬海流の關係(其の
1) 東海黄海の海況 第2報(西海区水産研究所)
94. 辻田時美 1950(昭. 25) 珪酸塩よりみたる支那東海冬の冷水塊
東海黄海の海況 第2報
95. 辻田時美 1950(昭. 25) 東海北東漁場の海況調査 第1報(昭和23年3月初鵬丸施

- 行) 東海・黄海の海況 第3報 (西海区水産研究所)
96. 辻田時美, 上野義朗, 増村和扶 1950 (昭. 25)
東海北東漁場の海況調査 第2報 (昭和24年4年初陽丸施行) 東海黄海の海況 第3報
(西海区水産研究所)
97. 辻田時美 1953 (昭. 28) 日本近海に発生する有機懸濁物に関する研究 (予報)
日本海洋学会誌 第8巻 第3~4号
98. 辻田時美 1954 (昭. 29) 対馬海峡及び五島天草海域漁場の構造と特に二重潮の発達
について 西海区水産研究所研究報告 第1号
99. 佃十吉, 内山隆 1934 (昭. 9) 黄海の霧に就いて 海洋気象台彙報 第68号
100. 宇田道隆 1943 (昭. 18) 海洋学 (朝日新聞社刊)
101. 宇田道隆, 岡本五郎三 1930 (昭. 5) 日本近海各月平均海洋図 (自大正7年至昭和4年1918
~1929) 並に該図より推定されたる海流に就いて (第1報 7月より12月迄)
水産試験場報告 第1号
102. 宇田道隆 1930 (昭. 5) 日本近海に於ける水色透明度の分布状態及び其年変化。
海と空 第10巻 第8号
103. 宇田道隆 1931 (昭. 6) 日本近海各月平均海洋図 (自大正7年至昭和5年1918~
1930) 並に該図より推定されたる海流に就いて (第2報, 1月より6月迄)
水産試験場報告 第2号
104. 宇田道隆 1934 (昭. 9) 日本海及び其の隣接海区の海況 (昭和7年5, 6月連絡施
行, 第一次日本海一斉海洋調査報告) 水産試験場報告 第5号
105. 宇田道隆 1934 (昭. 9) 日本海, 黄海, オホツク海の平年各月海況一連絡試験調査
水産試験場報告 第5号
106. 宇田道隆, 岡本五郎三 1936 (昭. 11) 既往資料に依る日本海いわし漁況と海況との関係
水産試験場報告 第7号
107. 宇田道隆 1936 (昭. 11) 日本海及び其の隣接海区の海況 (昭和8年10, 11月連絡施
行, 第2次日本海一斉海洋調査報告) 水産試験場報告 第7号
108. 宇田道隆 1938 (昭. 13) 日本近海下層水塊の起源に就いて
陸水学雑誌 第8巻 第3, 4号
109. 宇田道隆 1941 (昭. 16) 昭和14年6, 7月に於ける支那海方面の海況
水産試験場報告 第11号
110. 宇田道隆 1942 (昭. 17) 海流勢力の消長について (1)
日本海洋学会誌 第2巻 第1号
111. 宇田道隆 1943 (昭. 18) 太平洋地政学の基礎たる海洋学 地政学 第2巻 第5号
112. 宇田道隆 1947 (昭. 22) 12月 東支那海の水温変化 (其の一)
海象と気象 第1巻 第5号
113. 宇田道隆 1950 (昭. 25) 海流勢力の消長に就いて (第2報), 日本海黄海方面の海
流渦などの漂流 日本海洋学会誌 第5巻 第2~4号
114. 宇田道隆 1950 (昭. 25) 東支那海の水温変化 (其の1)
東海黄海の海況 第2報 (西海区水産研究所)
115. 嬉野吉彦 1950 (昭. 25) 東支那海海洋観測結果 (第9あけぼの丸便乗)
東海黄海の海況 第3報 (西海区水産研究所)
116. 和田雄治 1894 (明. 27) 海流調査 第1報, 第2報
水産調査報告 2 (2), 3 (3)
117. 和田雄治 (熊田頭四郎編) 1922 (大. 11)

日本環海海流調査業績（大正2～6年） 大阪毎日新聞社

118. 山田 鉄雄 1932（昭. 7） 朝鮮海峡に於ける暖流性プランクトンの分布と海況とに就いて 日本水産学会誌 第1巻 第6号
119. 山田 鉄雄 1933（昭. 8） 浮游生物の分布に関する調査報告 朝鮮総督府水産試験場 海洋調査要報 第7号
120. 山田 鉄雄 1935（昭. 10） 対馬暖流中の浮游撓脚類9種の記載 動物学雑誌 第47巻 第2号
121. 山口県水産試験場 1921（大. 10） 対馬海峡漁場調査 同場漁業基本調査報告
122. 山下 秀夫 1950（昭. 25） 東支那海海洋観測結果（第12大洋丸便乗） 東海・黄海の海況 第3報（西海区水産研究所）
123. 山下秀夫、浜田七郎 1950（昭. 25） 第3新洋丸による東海漁場の観測（昭和25年4月） 東海・黄海の海況 第3報（西海区水産研究所）
124. 柳直勝、米田保 1918（大. 7） 3月 玄海灘及び対馬東水道横断観測について 漁業基本調査報告 第5冊（水産講習所）
125. 安井 善一 1932（昭. 7） 長崎、上海間水温、塩分の年変化について 海洋時報 第4巻 第1号
126. 吉田 昭三 1952（昭. 27） 昭和26年6月における東海の家象 水路要報 第28号
127. 吉村 信吉 1936（昭. 11） 太平洋特に日本近海の海流 地理教育 第24巻

非 売 品

昭 和 32 年 3 月 22 日 印 刷

昭 和 32 年 3 月 25 日 発 行

水産庁西海区水産研究所

長崎市丸尾町3丁目5番地

印刷人 毎 熊 儀 一

印刷所 同 文 印刷株式会社

長崎市尾上町無番地

電 話 3 0 5 9 番
